



INTERNATIONAL  PAPER

Université sidi Mohammed ben Abdellah

Ecole Supérieure De Technologie

De Fès

Département génie thermique et énergétique

compagnie marocaine des cartons et des papiers

rapport de stage d'initiation CMCP kenitra 2010

période 01/08/2010 au 31/08/2010

service: **énerg**e

amélioration du taux d'appoint de vapeur papètrie

Encadré par: Mr Y. ELKHACHMI

fait par : bouziani m'barek

INTERNATIONAL  PAPER



Sommaire

- *Remerciements*.....p.4
- *Résumé*.....p.5
- *Abstract*.....p.5
- *Mots clés*.....p.5
- *Dédicaces*p.6

➤ *Introduction générale*.....p.7

Partie I: *Présentation du groupe CMCP et processus de production*

Chapitre 1: *Identification du groupe CMCP*

- *1- Carte d'identité*.....p.9
- *2- Organigramme du groupe CMCP*.....p.10
- *3- Pourquoi choisir CMCP ?*.....p.11
- *4- Fiche technique*.....p.13

Chapitre 2: *Processus de production au groupe CMCP*

- *1- Equipement de production*.....p.14
- *2- L'industrie du papier*.....p.16
- *3- Notions de base*P.16
- *4- Procédés de fabrication*.....p.17

Partie II: Service énergie.

Chapitre 1: Le service énergie et son environnement

- 1- A propos de service énergie.....P.27
- 2-Les chaudières.....p.27

Chapitre 2: Suivi et amélioration du taux d'appoint de vapeur papèterie

- 1-etat des lieux.....p.35
- 1-1-circuit vapeur.....p.35
- 1-2-circuit condensat.....p.37
- 1-3-les consommateurs de vapeur irrécupérable.....p.39
- 1-4-bilan de consommation en vapeur.....p.39
- 2-bilan de vapeur irrécupérablep.42
- 3-détection des fuitesp.44
- 4-plan d'actionp.46

Conclusionp.49

Annexep.50



Je tiens en premier lieu à remercier Dieu Tout-puissant pour tout l'Amour qu'Il m'a partagé à travers la réalisation de ce rapport de stage ; et C'est avec grand plaisir que je tiens à exprimer ma profonde gratitude, reconnaissance et remerciements distingués à tous ceux qui m'a aidé de près ou de loin et plus particulièrement à:

Mr Y. Mourad le chef de département Génie Thermique & énergétique pour ses aides et précieux conseils et Mr A. Jamil mon cher professeur pour ses précieux conseils et recommandations durant cette année de formation.

A mon Encadrant Mr Y.ELKHACHMI ingénieur et chef de service énergie qui malgré ses maintes occupations, m'a partagé ses connaissances et son précieux temps pour l'élaboration à terme et à bien de ce travail.

A Mr A.BOUQOB le contre maitre de service énergie pour ses explication et sa disponibilité ainsi pour ses sympathies et aussi pour ses précieux conseils et recommandations.

Mes remerciements s'adressent aussi à tout le personnel du groupe CMCP qui m'a donné de l'aide continue pendant La période de mon stage et A tous nos collègues, amis et à tous ceux qui ont contribué.

A tous les membres de ma famille, pour leurs soutiens moraux, affectifs et financiers.

RESUME

*Après un mois de travail ce rapport de stage vient pour regrouper l'ensemble d'informations théoriques et pratiques qui permettent de découvrir l'environnement de l'entreprise CMCP KENITR en générale et le service énergie en particulier et de savoir le processus de production d'énergie et de vapeur on utilisant la chaudière et aussi les étapes de fabrication des papiers, ce dossier résume aussi les travaux et le projet sur lesquelles j'ai eu l'occasion de travailler il s'agit d'une **étude d'amélioration du taux d'appoint de vapeur papèterie**. Toutes ces informations seront détaillées et commentées par des schémas, figures et impression d'écran.*

ABSTRACT

After a month of working this placement report composes a set of theatricals and practical information which allow to discover in general the business environment of CMCP KENITRA and the Energy Department in particular and whether the process of producing energy by using boiler and steam turbine and also where the manufacturing stages of paper, this issue also summarizes the work on the project el which I had the opportunity to work it is A study for improving the rate of extra steam stationery all these information will be detailed and explained with diagrams, figures and nag screen

MOTS CLES

Chaudière-turbine –pate –papier-carton-vapeur-circuit vapeur-échangeur-condenseur-taux d'appoint-bilan énergétique-fuites-déminéralisation.



Dédicace

JE DEDIE CE MODESTE TRAVAIL:

A mes parents pour leur soutien et leur aide

A mes frères et mes sœurs

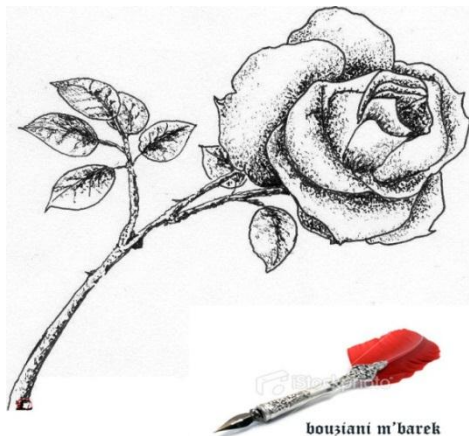
Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir plein de joie et de la réussite

A mes amis de l'Ecole supérieure de Technologie de Fès

A mes professeurs

Merci vivement pour votre aide, et votre précieux soutien durant toute

L'année universitaire 2009/2010



Introduction générale

Après avoir reçu une formation théorique tout au long de cette année, une formation professionnelle et technologique s'avère nécessaire, afin d'intégrer la vie active, et compléter la formation théorique qui reste insuffisante et inachevée.

Cependant Le stage est une période d'acquisition d'un savoir relatif à une discipline donnée dans les entreprises, pour l'intégration des futurs cadre afin qu'ils puissent se familiariser avec le travail, le professionnalisme et la vie active

Notre formation à l'école supérieure de technologie de Fès «diplôme universitaire de technologie génie thermique et énergétique» se couronne par ce stage d'un mois au sein du groupe CMCP KENITRA –service énergie

Ce stage nous a permis d'enrichir nos connaissances dans le domaine professionnel de bien savoir le déroulement du travail, s'initier à la modélisation des problèmes pratiques, se sentir la responsabilité devant tout obstacle rencontré, ainsi que de tester nos connaissances

Notre rapport tente d'écrire deux grandes parties. La première c'est d'essayer de donner une présentation générale du groupe CMCP "COMAGNIE MAROCAINE DES CARTONS ET PAPIERS" et aussi les prouesses de fabrication des cartons et papiers ; la deuxième sera consacré au thème de service énergie dont, nous allons traiter dans un premier chapitre une description du service et ses déferentes composants, dans un deuxième chapitre nous allons traiter une étude d'amélioration du taux d'appoint de vapeur papèterie. Enfin nous achèverons notre travail par une conclusion.



PARTIE I:

Présentation du groupe CMCP et processus de production

Chapitre 1 : Identification du groupe CMCP

1-Carte d'identité

A.l'historique de l'entreprise

La compagnie

CMCP groupe international de papiers et cartons



Création

La compagnie marocaine de carton et papier a été créée en janvier 1949 par les groupes FIRDINAND, DARBLAY (OLMAC) et CELCO L'unité de KENITRA était la première unité construite sur un terrain de 19 hectares au bord de l'Oued Sebou. A cette époque la CMCP n'était qu'une caisserie d'un effectif de 580 personnes et d'un capital de 28000.000 DH.

Le processus de fusion entre CMCP a été enclenché en 2003 en octobre dernier il donne naissance au holding de de tête Cofipac dans le cadre du groupe CMCP .au total le regroupement concerne 6 unités de production de papeterie et cartonnerie, disséminées entre Agadir, Casablanca et Kénitra.

Après l'opération de fusion, le capital social du nouveau groupe CMCP est de 550 millions de DH. Il est réparti entre les holdings Cofipac (50%) et Finapack (12%), le reliquat étant détenu par le holding de la famille O'Hanna (38%).

En 2004, le chiffre d'affaires consolidé du groupe s'est élevé à 1,2 milliard de DH. Ce qui porte à 70% la part de marché du groupe CMCP, occupant ainsi le quarante neuvième rang dans le top 100 sociétés marocaines de même année.

Les ventes à l'export représentent 10% environ des recettes. Avant la fusion, ces ventes concernaient surtout la papeterie suite aux excédents de production du papier pour onduler (PPO). Aujourd'hui, l'essentiel de l'export concerne le carton ondulé vers les pays d'Afrique notamment et le carton plat vers les pays du pourtour méditerranéen

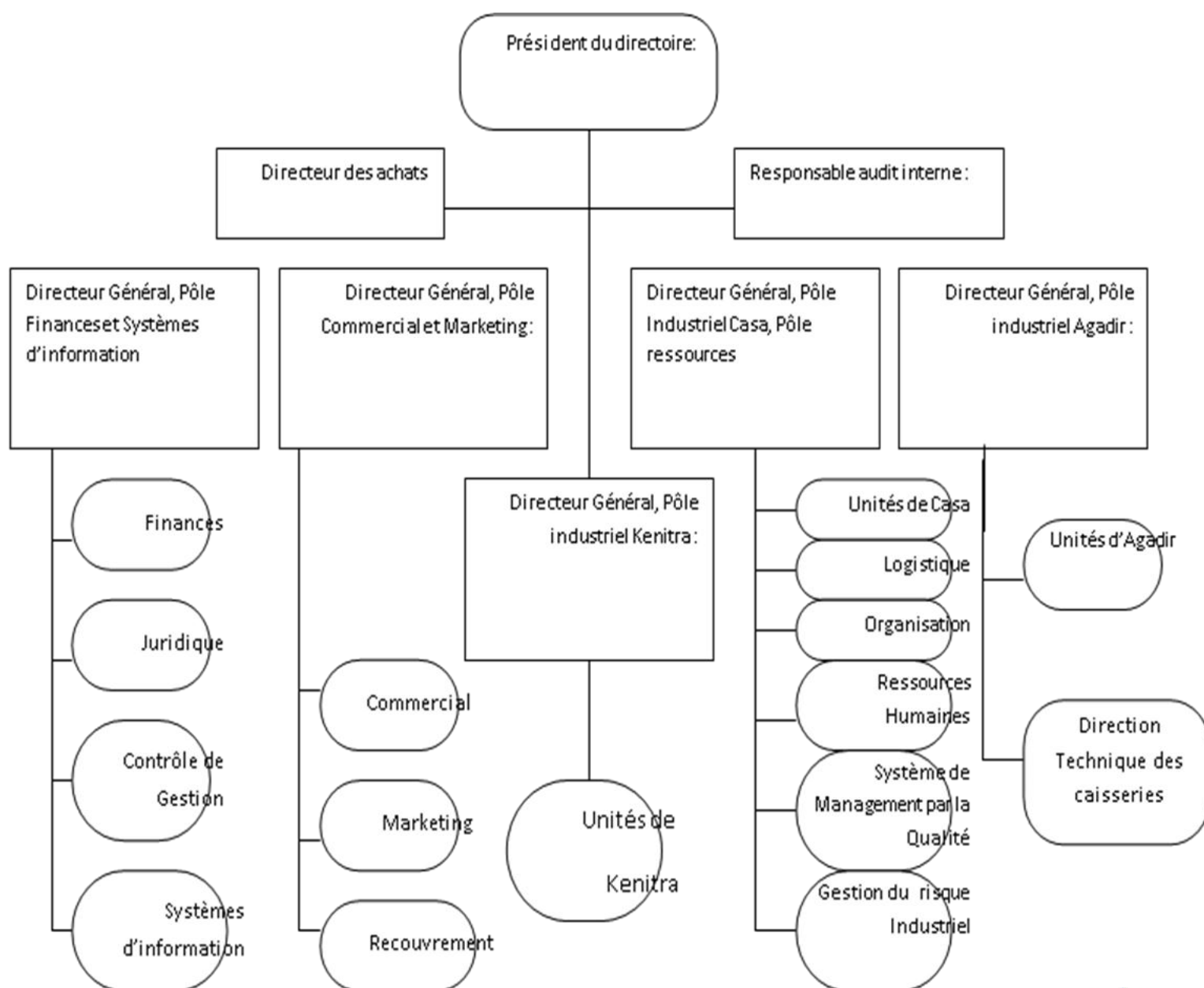


concerne le carton ondulé vers les pays d'Afrique notamment et le carton plat vers les pays du pourtour méditerranéen.

2-organigramme du groupe CMCP



Organigramme











3-pourquoi choisir CMCP?



Dates et chiffres

L'extension et la grande implantation du groupe sont aussi et même principalement dues à sa présence dans une ville dotée d'un port et d'une cour d'eau important (Oued Sebou).

Voici quelques dates importantes dans la formation du groupe CMCP :

-  1949: Création de la caisserie de Kénitra
-  1971: Création de l'unité d'Ogden à Casablanca
-  1972: création de l'unité Ondumar à Casablanca
-  1979: Création de l'unité Shems à Agadir
-  1983: Création de Carsud à Agadir
-  2000: Fusion d'Ogden, CMCP et Shems
-  2003: Rapprochement entre Finapack et groupe CMCP sous le holding cofipac
-  2005: Fusion entre Finapack et groupe CMCP, sous la dénomination du groupe CMCP.

-l'unité de Kenitra: (papeterie et caisserie)

Cette unité contient une papeterie et une caisserie, la première est essentiellement constituée de :

► **Machine à carton MK1:installé en1951**

- Largeur utile : 365 cm
- Vitesse : 140m/min
- Grammage : 150 à 700 g/m²
- Production : 140 t/jour



► **Machine à papier MK2 : installée en 1953**

- Largeur utile : 360 cm
- Vitesse: 140m/min
- Grammage: 50 à 700 g/m²
- Production: 80 t/jour

► **Machine à papier MK3 : installée en 1993**

- Largeur utile: 254 cm
- Vitesse: 400m/min
- Grammage: 70 à 240 g/m²
- Production : 200 t/jour

► **La deuxième à son tour est constituée de :**

- ✓ Onduleuse : laize 2,05 m
- ✓ Cinq machines de transformation

Ogden Maghreb : (caisserie)

- ✓ Onduleuse
- ✓ Six machines de transformation

Ondumar : (caisserie)

- ✓ Onduleuse laize 2.2m
- ✓ Cinq machines de transformation

Cartonnerie CHems : (caisserie)

- ✓ Onduleuse laize 2.45 m
- ✓ Sept machines de transformation

Production qui peut atteindre 45000 tonnes par an.

Cartonnerie Carsud: (caisserie)

- ✓ Onduleuse 2.5 m⁴
- ✓ Six machines de transformation

Actuellement, le groupe comprend une cartonnerie, une papeterie et une caisserie. C'est le premier producteur au Maroc du papier, carton et caisses en carton ondulé. Il domine plus que 70 % du marché avec une production annuelle de papier cartons plats de 95 000 tonnes et de 100 000 tonnes d'emballages en carton ondulé.

Son capital actuel était de 221 078 500 DH avant la récente augmentation de 30 millions DH (Rachat d'Actions), et son effectif moyen est 1300 personnes.

4-fiche technique



Fiche

Activité	→	Fabrication de papier et de carton
Capital	→	490 000 000
Chiffre d'affaire	→	1 300 000 000 DH
Vente exportation	→	22%
Part de marché	→	65%
Effectif	→	615 PERSONNES
Production journalière	→	Machine à papier: 250T/j Machine à carton: 140T/j

Chapitre 2: Processus de production au groupe CMCP

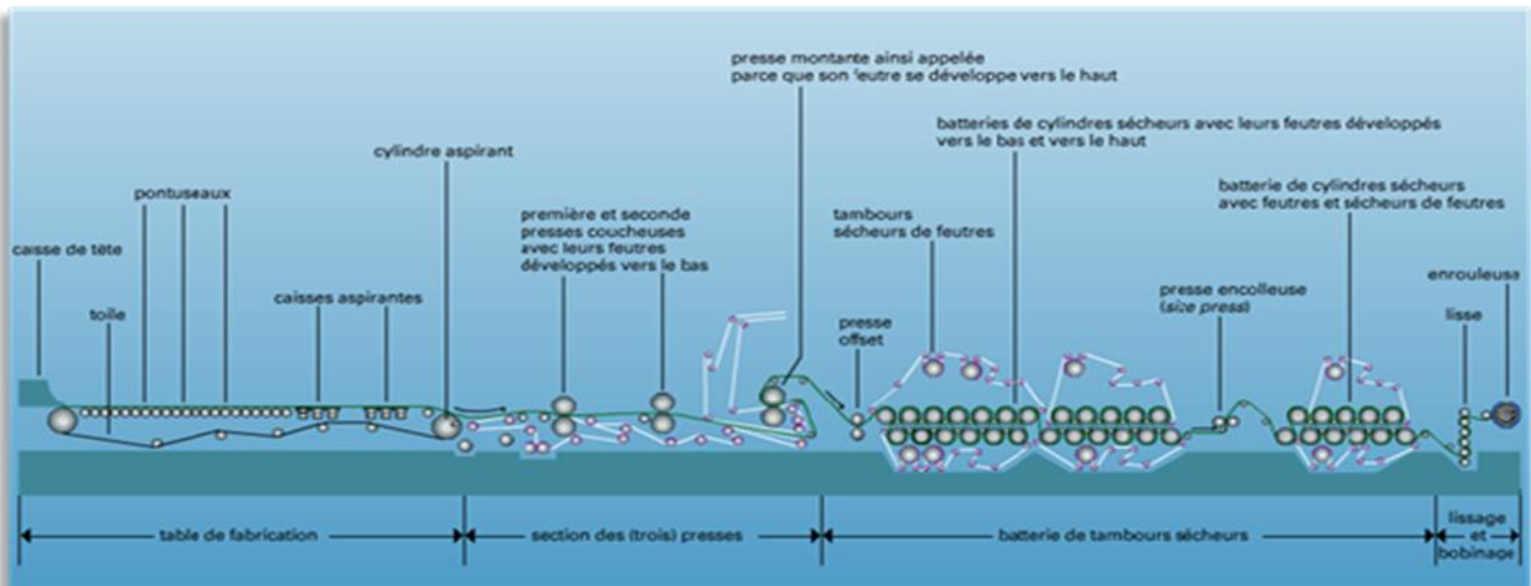
1-equipement de production

Dans la groupe CMCP il existe deux machines de production; machine 1 (fabrication de carton) et la machine 3 pour (la fabrication de papiers) mais dans ce partie je vais parler sur la machine 1 a papiers.

a-machine à papier:

L'idée de construire une machine capable d'exécuter automatiquement les quatre opérations de la mise en feuille – l'écoulement de l'eau à travers une toile métallique, le transfert du matelas fibreux sur un feutre, l'expulsion de l'eau par pression et le séchage final par évaporation – est née en France à la fin du XVIIIe siècle dans le cerveau de Louis-Nicolas Robert, employé à la Papeterie d'Essonnes, qui a construit un prototype. Cependant, la première machine à papier du monde a été réalisée en Angleterre, pays industriellement en avance sur le continent, et a fonctionné en 1803.

Les machines à papier modernes sont des mécaniques énormes qui respectent le principe mis en œuvre par les machines primitives, lesquelles reprenaient elles-mêmes le schéma des opérations manuelles.



La pâte très diluée (quelques grammes par litre) est déversée sur une toile (métallique ou plastique) tendue entre deux rouleaux qui l'animent d'un mouvement de translation horizontal (à la vitesse de 100 m à la minute sur les machines lentes, de 1 000 m à la minute sur les machines rapides).

Cette toile, dont la longueur se mesure en mètres, repose sur de petits rouleaux auxquels on a donné le nom de pontuseaux. La tendance, en particulier lorsque les machines sont destinées à produire des papiers de grande consommation comme le journal, est d'utiliser deux toiles décrivant chacune un parcours différent – pas toujours horizontal –, mais fusionnant in fine en un seul les deux matelas fibreux qu'elles créent.

Le matelas fibreux formé à la fin de la toile (ou des deux toiles) est très humide. Il contient à peu près 80 p. 100 d'eau. Il ne possède aucune cohésion. C'est pourquoi il est engagé par un cylindre ad hoc sur le feutre sans fin d'une presse, dispositif mécanique fait de deux rouleaux rapprochés, parallèles et superposés, tournant en sens inverse autour d'un axe horizontal. Porté par le feutre, il passe dans l'étroit intervalle séparant les deux rouleaux, où il perd une partie de son eau. L'opération est répétée sur une deuxième et sur une troisième presse, parfois aussi sur une quatrième et sur une cinquième. Elle a pour résultat de transformer le matelas humide initial en un ruban continu dont la teneur aqueuse est un peu supérieure à 50 p. 100 et qui possède dès lors une structure suffisamment cohérente pour entrer seul en sécherie.

La sécherie est un grand ensemble mécanique fait de plusieurs dizaines de gros cylindres métalliques creux chauffés à la vapeur, de diamètre égal ou supérieur à 1,5 m et superposés en deux niveaux par batteries de six à dix. Dans chaque batterie, la feuille – provenant de la section des presses – est étroitement appliquée sur le pourtour des cylindres par un feutre (ou par une toile plastique). Elle quitte la sécherie à l'état sec, c'est-à-dire avec une teneur aqueuse voisine de 7 p. 100, pouvant varier de quelques pour-cent pendant la vie du matériau qui, étant de nature hygroscopique, capte ou perd facilement de l'humidité en fonction de la pression exercée par la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère où il se trouve. De nombreuses machines à papier comprennent aux deux tiers ou aux trois quarts de la sécherie un dispositif à deux rouleaux transversaux caoutchoutés, dit presse encolleuse, servant à déposer sur la feuille encore humide une enduction légère (deux ou trois grammes de matière sèche par mètre carré et par face) d'une substance telle que l'amidon. La plupart d'entre elles possèdent, par ailleurs, à la fin de la sécherie un dispositif mécanique, la lisse, comprenant de trois à huit rouleaux superposés en fonte polie, entre lesquels la feuille passe en pression avant d'être bobinée.

2-l'industrie du papier

L'industrie de papier comprend trois grands secteurs :

- ✧ *La production des pâtes à papier.*
- ✧ *La production des papiers et cartons.*
- ✧ *La transformation Fabrication des cahiers, des sacs à papiers, des étuis.*

C'est une industrie lourde qui nécessite de gros investissement Une usine de fabrication du papier journal de 300 tonnes par jour coûterait entre 45 et 50 millions de dollars (200 millions de DH).

3-notions de base

A-matière première:



*Matière ***

La matière de base utilisée pour la fabrication du papier est la CELLULOSE. C'est une matière naturelle que l'on trouve dans les végétaux et qui se présente sous forme de fibres lesquelles présentent la propriété remarquable de pouvoir se lier entre elles et ce sont ces liaisons qui assurent la cohésion et la résistance d'une feuille de papier.

Ces liaisons se développent en milieu aqueux ce qui exige une quantité d'eau très importante soit 30 à 40 litres d'eau par kg de papier produit.

B-source de la matière première:



Il existe trois sources principales des matières premières :

- *Le bois : qui constitue la matière première essentielle.*

- Certaines plantes naturelles (la paille, l'alfa...) qui offrent la matière à des conditions marginales.
- Les papiers de récupérations : ils viennent en deuxième position après le bois, et ils sont utilisés plus particulièrement dans la fabrication du papier pour emballage ou pour les caisseries (fabrication des cartons ondulé)

4- procédés de fabrication

4-1-suspension fibreuse

Pourquoi un rappel sur la structure et la composition de la suspension fibreuse ?

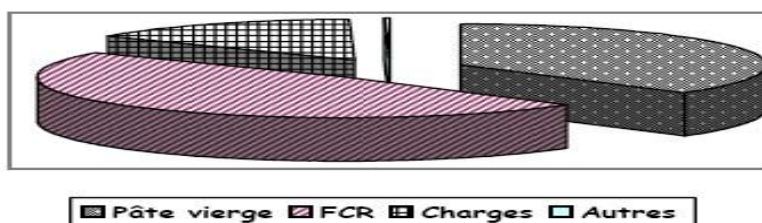
• Parce que la structure de la suspension fibreuse permet de comprendre les mécanismes hydrauliques mis en jeu dans le processus de formation de la feuille. Parce que la composition de la suspension fibreuse est un paramètre prépondérant pour l'obtention des caractéristiques du papier.

• Parce que la solidité du papier résulte de la liaison des fibres entre elles, liaisons mécaniques dues à l'enchevêtrement des fibres et surtout interactions électrostatiques (liaisons polaires), appelées liaisons hydrogène.

► Les constituants de la pâte à papier:

Les fibres végétales issues du bois constituent plus de 90 % de la masse de ces objets. Les 10 % restants sont issus d'autres végétaux : pailles, coton, lin, chanvre, alfa, ramie, abaca, bambous, canne à sucre (par son déchet : la bagasse). On trouve également quelques fibres artificielles ou synthétiques, pour des usages très particuliers (notamment dans les papiers sécurisés, tels les chèques ou les billets de banque), des fibres minérales comme les fibres de verre utilisées dans certaines applications de filtration, des fibres animales comme la laine et le cuir et enfin des déchets de feuilles de tabac pour reconstituer des feuilles continues.

Pour le plus grand nombre des papiers à utilisation courante, les fibres végétales issues du bois, vierges ou recyclées, suffisent à "construire" une feuille. En revanche, dès que les usages deviennent particuliers, les fibres provenant des autres végétaux prennent le relais. La variété de leurs morphologies permet de développer des propriétés particulières.



- **Fibres cellulosiques de récupération (FCR):**

Les fibres récupérées rentrent principalement dans la composition des cartons plats, des papiers pour onduler (couverture et cannelure), de certains papiers à usage sanitaire ou domestique et de certaines sortes “ impression-écriture ” (notamment le journal). Il existe plusieurs sortes de vieux papiers. On a utilisé pendant longtemps les journaux, les magazines invendus et les caisses en carton ondulé.

Les gros problèmes liés à l'utilisation de ces fibres restent l'approvisionnement et la revalorisation. Ces pâtes sont très contaminées (plastiques, adhésifs, ...), grises (difficiles à désencrer) et manquent de caractéristiques physiques. Elles apportent, par contre, de l'opacité, de l'inertie et dans certains cas de l'imprimabilité.

- **Les charges:**

Les autres constituants majeurs des papiers et cartons, les adjuvants minéraux, occupent une place importante pour les propriétés optiques et celles de surface. Ces charges minérales (kaolin, carbonate de calcium naturel ou précipité, dioxyde de titane, talc, silice).

4-2-etapes et procédés de fabrication

► **Trituration de la pâte**

Les pulpeurs sont tous basés sur le même principe : ils sont constitués d'une cuve cylindrique munie d'un rotor situé soit au fond, soit sur la paroi, soit sur un axe horizontal, dont le rôle est de créer une agitation violente de la pâte dans l'eau. Cette agitation violente crée des forces de cisaillement qui cassent les liaisons entre les fibres.

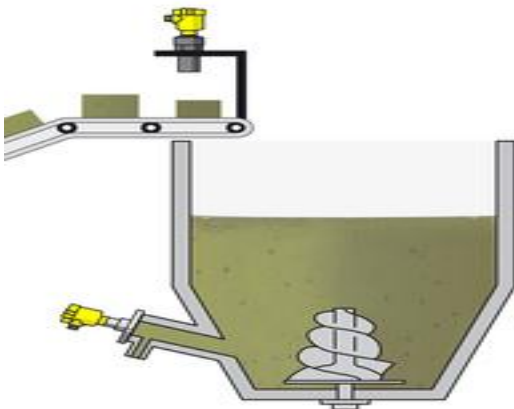


figure 2: pulpeur



Figure 1:trituration de vieux papier

► Epuration :

Il est nécessaire de se débarrasser de certaines impuretés que les fibres de récupération en renferment, comme : sable, plastiques goudrons, et i existe deux types d'EPURATEURS : Epurateurs a panier et Epurateurs cycloniques



but : éliminer les contaminants trop gros (pastilles...)

Figure 3 : Epurateur a panier

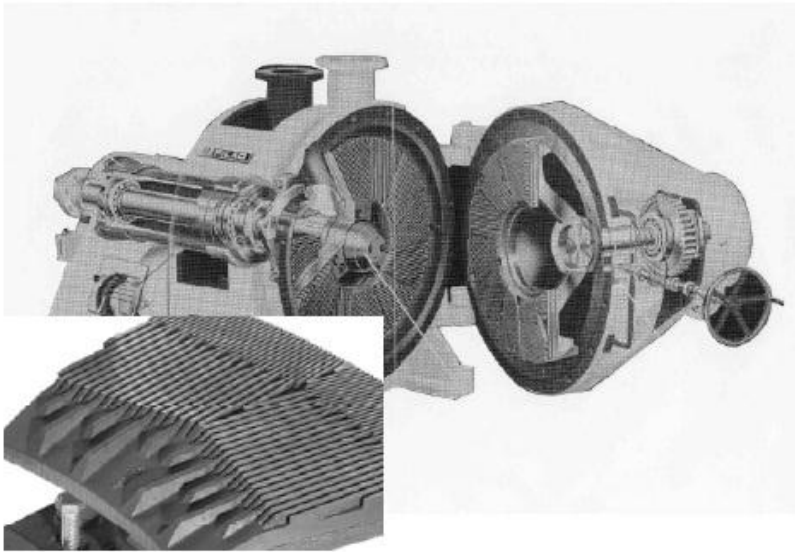


Figure 4: Epurateur cycloniques

► Le raffinage

On désigne ainsi un travail mécanique qui consiste à écraser les fibres ; l'écrasement est nécessaire pour obtenir, au moment de la formation de la feuille sur machines à papier, les liaisons solides de fibre à fibre.

Raffineurs à disque



- travail régulier des fibres (lames nombreuses)
- permet d'avoir des appareils de grande puissance avec un encombrement réduit
- moins cher à l'achat
- lames peu profondes, plus de lames : c'est-à-dire une consommation énergétique plus faible
- durée de vie des lames plus courte mais changement des garniture plus facile

Figure 5 : raffineurs à disque



Figure 6 : la conduite de raffinage

► Additions des matières (produit chimique):

Pour conférer au papier certaines propriétés spéciales, on ajoute des résines, produits chimiques, colorants...

- amélioration de la résistance mécanique des vieux papiers (amidon)
- amélioration de l'imprimabilité des papiers graphiques (amidon + pigments + adjuvants)
 - blancheur, teinte, opacité
 - lissé
 - effet d'envers
- collage
- propriétés spéciales

► Formation de la feuille de papier

Arrivant à ce stade, les fibres sont stockées dans des cuves de grandes capacités, pompées puis mélangées avec beaucoup d'eau, puis déversées sur une toile d'égouttage en mouvement sans fin. Les fibres se Répartissent d'une façon homogène. Une grande partie de l'eau qui a servi à véhiculer les fibres égouttées à travers la toile sera éliminée, et se forme d'une feuille mais qui est encore très humide.

Exemples
jet de
pate



Exemples de jet de pâte



Rouleau égoutteur, filigraneur (éventuellement)

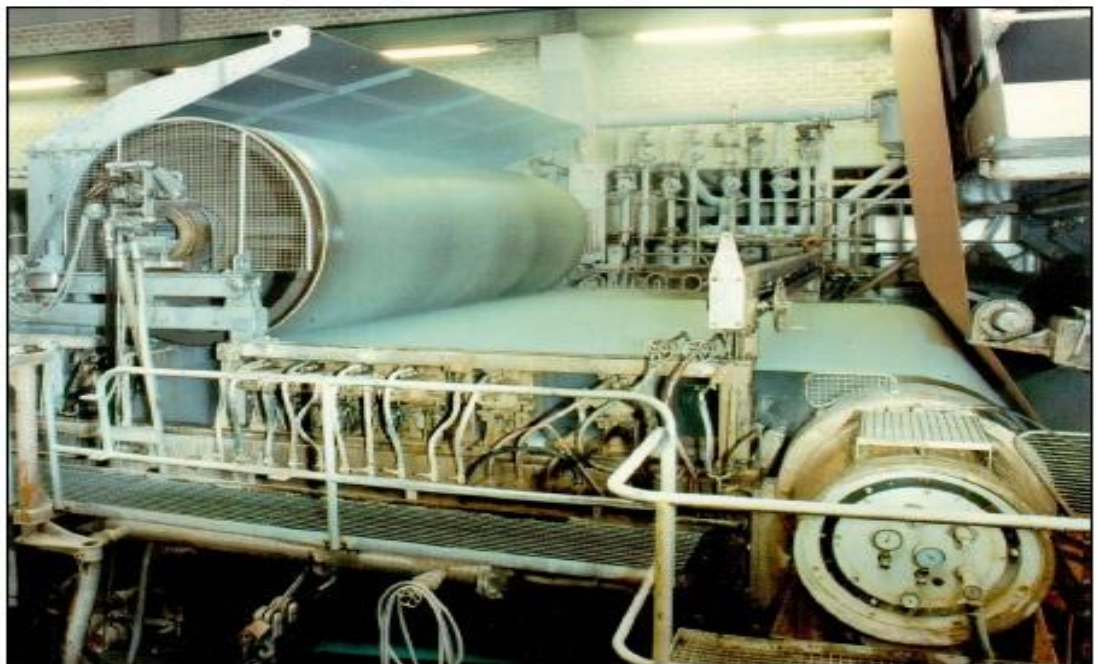


Figure 8 : formation de la feuille et l'égouttage

► Elimination de l'eau

L'eau qui contient la feuille à la sortie de la toile est éliminée par le passage par une presse. Ensuite la feuille passe dans une sécherie constituée de plusieurs cylindres tournants, chauffées à la vapeur. La feuille sera enroulée, ce qui entraîne l'évaporation de l'eau qu'elle renfermait. Ainsi, à la sortie de la sécherie, on arrive à obtenir un papier pratiquement sec.



Figure 9 : la toile et le cylindre aspirant

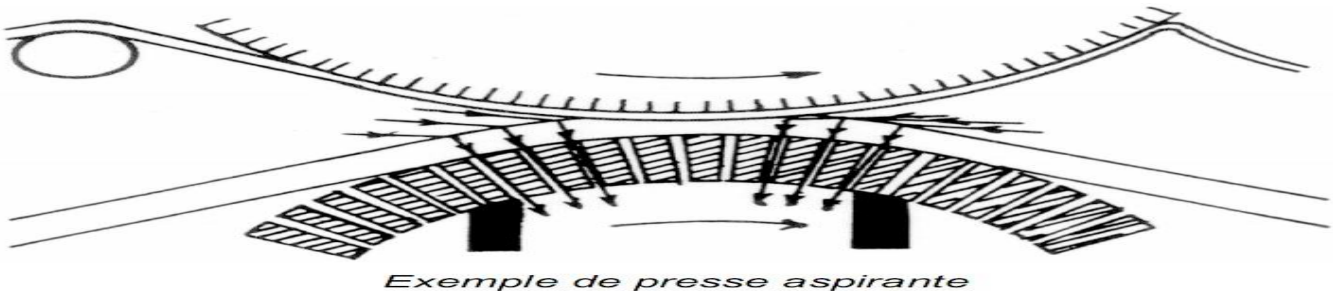
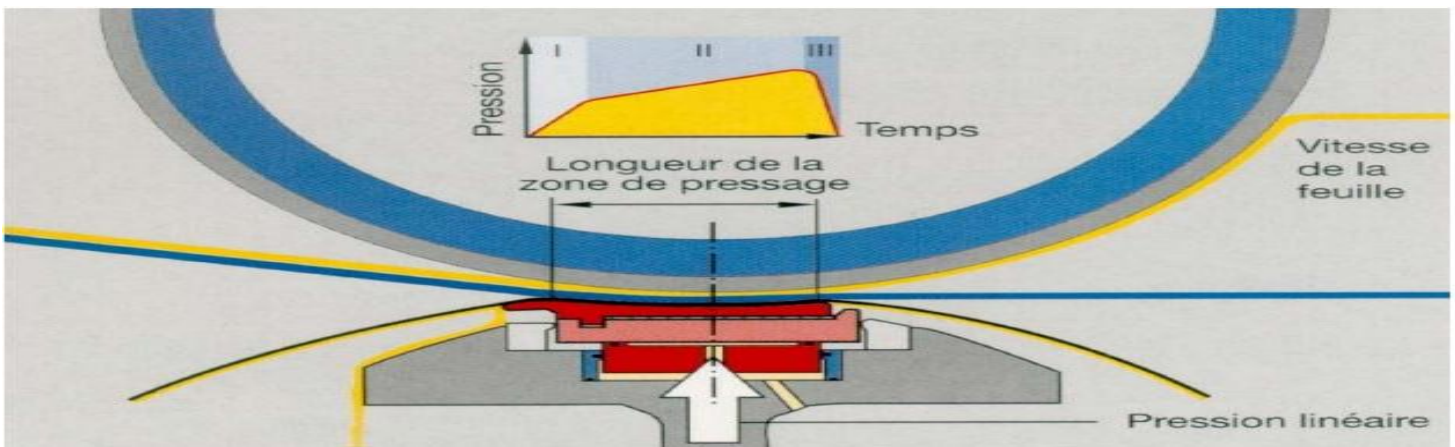


Figure 9 : presse aspirante



Principe des presses à sabot (doc Voith)

Figure 10: principe des presses

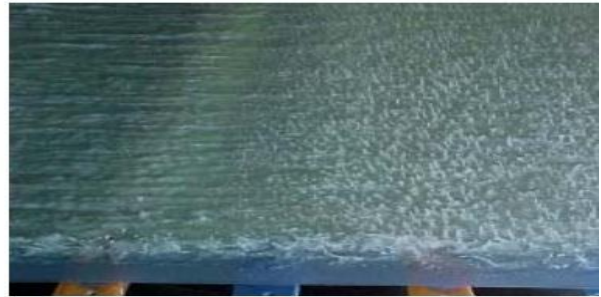
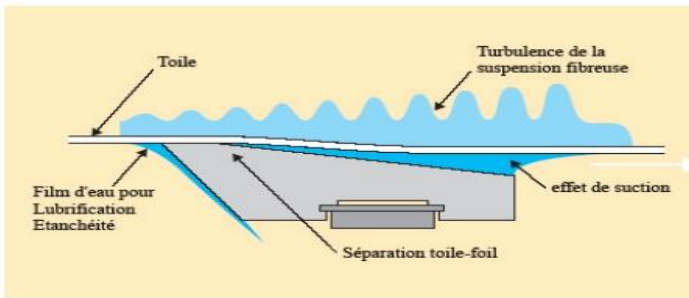


Figure 11:explication

- Maintenir la pâte défloculée pour l'obtention d'un bon épair
- Permettre la maîtrise de l'anisotropie dans tous les plans du papier
- Assurer la rétention la plus élevée possible
- Garantir une capacité d'égouttage importante

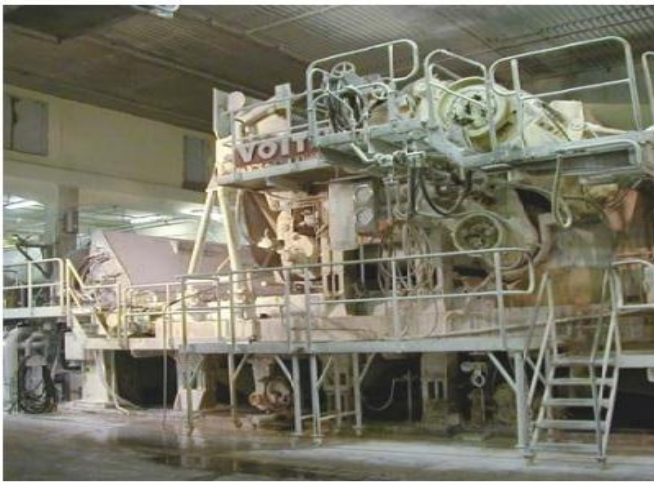


Figure 10 :l'unité de formation –la sécherie-

► Mise en bobines:

Au bout de la machine, la feuille s'enroule autour d'un mandrin jusqu'à la constitution d'une bobine. Ensuite elle sera enlevée et un autre mandrin est mis en place.



-Figure 11 : mise en bobines –l'étape finale-

► Façonnage

Les bobines mères reçues de la machine sont découpées en petites laisses et en formats suivant la demande des clients.



Figure 12: façonnage- le stock-



Figure 13 : exemple de machine de façonnage

PARTIE II

Service énergie

Chapitre 1 : Le service énergie et son environnement

1-à propos de service énergie

Les grands besoins d'énergie sous forme de travail et de chaleur font que la vapeur reste toujours un moyen commode et économique pour véhiculer de grandes quantités d'énergie d'un point à un autre. La vapeur est facile à produire à partir de l'eau qui se trouve en abondance dans la nature, et est facile à contrôler.

Les chaudières sont des appareils exigeant une bonne qualité d'eau. L'eau brute (eau de ville) est trop chargée en matières dissoutes. Son traitement demeure donc impératif pour assurer le bon fonctionnement de ces appareils et éviter les incidents provoqués par ces impuretés. Le processus global du traitement renferme respectivement les procédés physico-chimiques suivants ; la filtration sur sable, la microfiltration, l'osmose inverse, l'échange de cations, le dégazage de l'anhydride carbonique et l'échange d'anions.

2-les chaudières

2-1-le principe:

La transmission de la chaleur à l'eau en dessous du point de saturation (d'ébullition), à une pression donnée, entraîne une élévation de la température. Cependant, au point de saturation, une transmission de chaleur supplémentaire provoque un changement de l'état (l'eau se transforme en vapeur). La chaleur provient de la combustion, qui est une réaction chimique d'oxydation.



Elle s'accompagne d'un dégagement de chaleur; c'est un phénomène dit exothermique (voir schéma simplifié d'une chaudière).-figure 14-

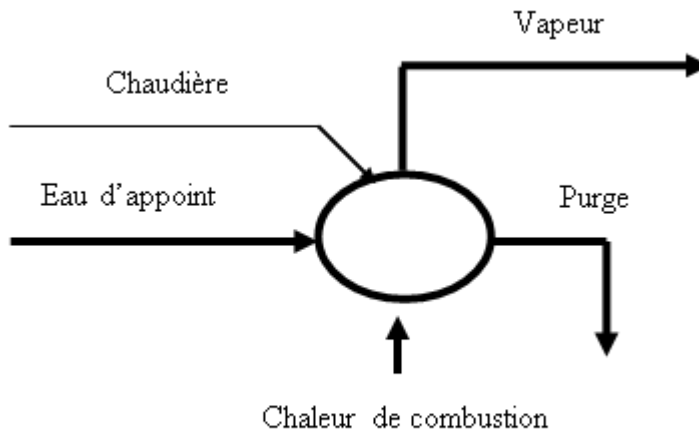


Fig. 2 : Schéma simplifié d'une chaudière

2-2-cycle de l'eau dans une chaufferie

Quel que soit le type de chaudière on peut schématiser très simplement le cycle de l'eau de la manière suivante:

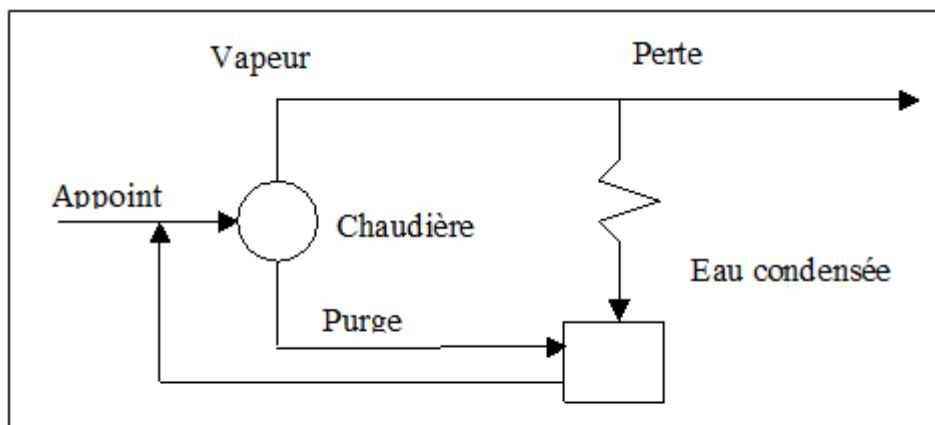


Fig. 3 : Cycle de l'eau dans une chaufferie

L'appareil reçoit d'eau d'alimentation qui est constituée par une proportion variable d'eau condensée récupérée, dite « eau de retour » et d'eau neuve, plus ou moins « épurée, dite « eau d'appoint ».

La vapeur s'échappe de la zone de vaporisation, contient fréquemment des vésicules liquides (primage), des gaz (en particulier le gaz carbonique).

L'eau restée sous forme liquide à la partie inférieure de la chaudière se charge de toutes les substances que contenait l'eau qui a été vaporisée (à l'exception de celles qui ont été entraînées dans la vapeur).

2-3 types de chaudières

*Il existe deux grands types de chaudières selon que le gaz de combustion passe à l'intérieur ou à l'extérieur des tubes. Si le gaz à combustion passe à l'intérieur du tube il s'agit de chaudières dites à **tubes de fumée**. S'il passe à l'extérieur, ce sont des chaudières dites à **tubes d'eau**.*

2-3-1:chaudière a tubes d'eau:

Dans les chaudières à tubes d'eau, la combustion est réalisée dans une enceinte garnie de briques réfractaires, laquelle est tapissée de tubes d'eau. Ces tubes sont alimentés par deux ballons, l'un en partie supérieure avec régulation de niveau, l'autre en partie basse en charge. L'eau mise en ébullition dans les tubes circule du bas vers le haut par effet thermosiphon.

Ces chaudières sont équipées de différentes zones d'échange de chaleur, permettant de surchauffer la vapeur produite (surchauffeur) et de préchauffer l'eau alimentaire à l'aide des fumées déjà préalablement refroidies (économiseur primaire, secondaire...)

Ce sont des chaudières pouvant atteindre de fortes pressions et de fortes puissances (100bars, 100T.h-1).

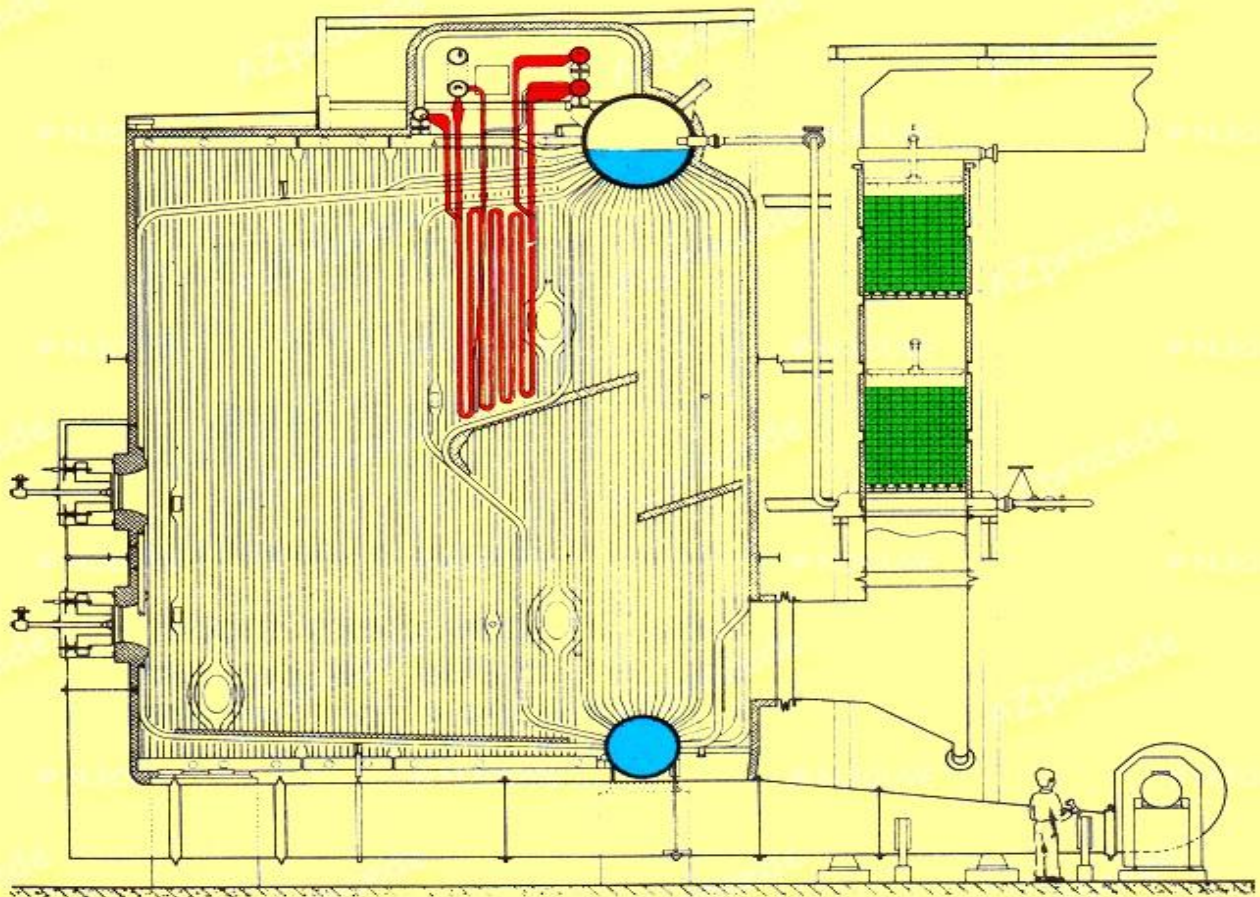


Schéma de principe d'une chaudière à tubes d'eau (Doc. GDF)
 on distingue la conduite d'arrivée d'air de combustion avec soufflante, les deux brûleurs (haut et bas), les ballons d'eau supérieur et inférieur, le surchauffeur (rouge), les économiseurs (en vert) sur le conduit des fumées.

Figure 4 : chaudière a tubes d'eau

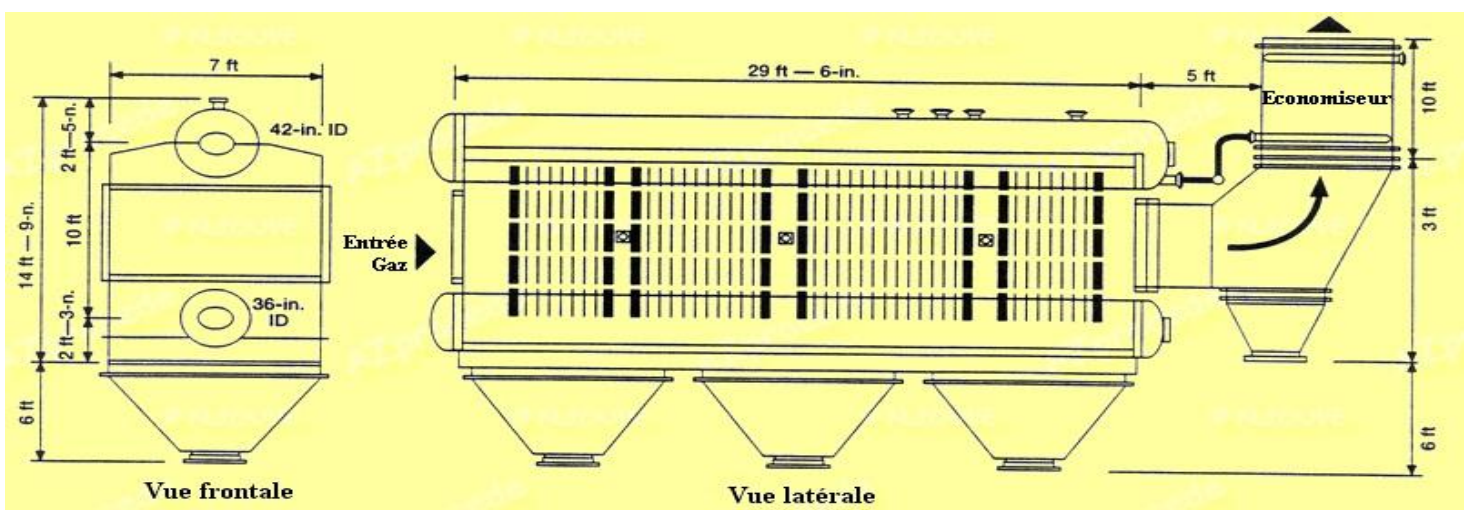


Figure 5: vue latérale d'une chaudière tube d'eau

2-3-2-chaudière a tubes fumées

Dans les chaudières à tubes de fumées, la flamme et les fumées qui résultent de la combustion circulent du brûleur jusqu'à la cheminée dans un faisceau de tubes immergés dans une calandre formant le réservoir d'eau.

La circulation des fumées est en plusieurs passes, la première passe étant généralement constituée d'un seul tube de gros diamètre.

Ces chaudières peuvent être équipées d'un ou de plusieurs brûleurs.

Elles produisent généralement de la vapeur saturante, directement issue de l'ébullition dans le réservoir d'eau.

Ce sont des chaudières à pression et capacité faible à moyenne.

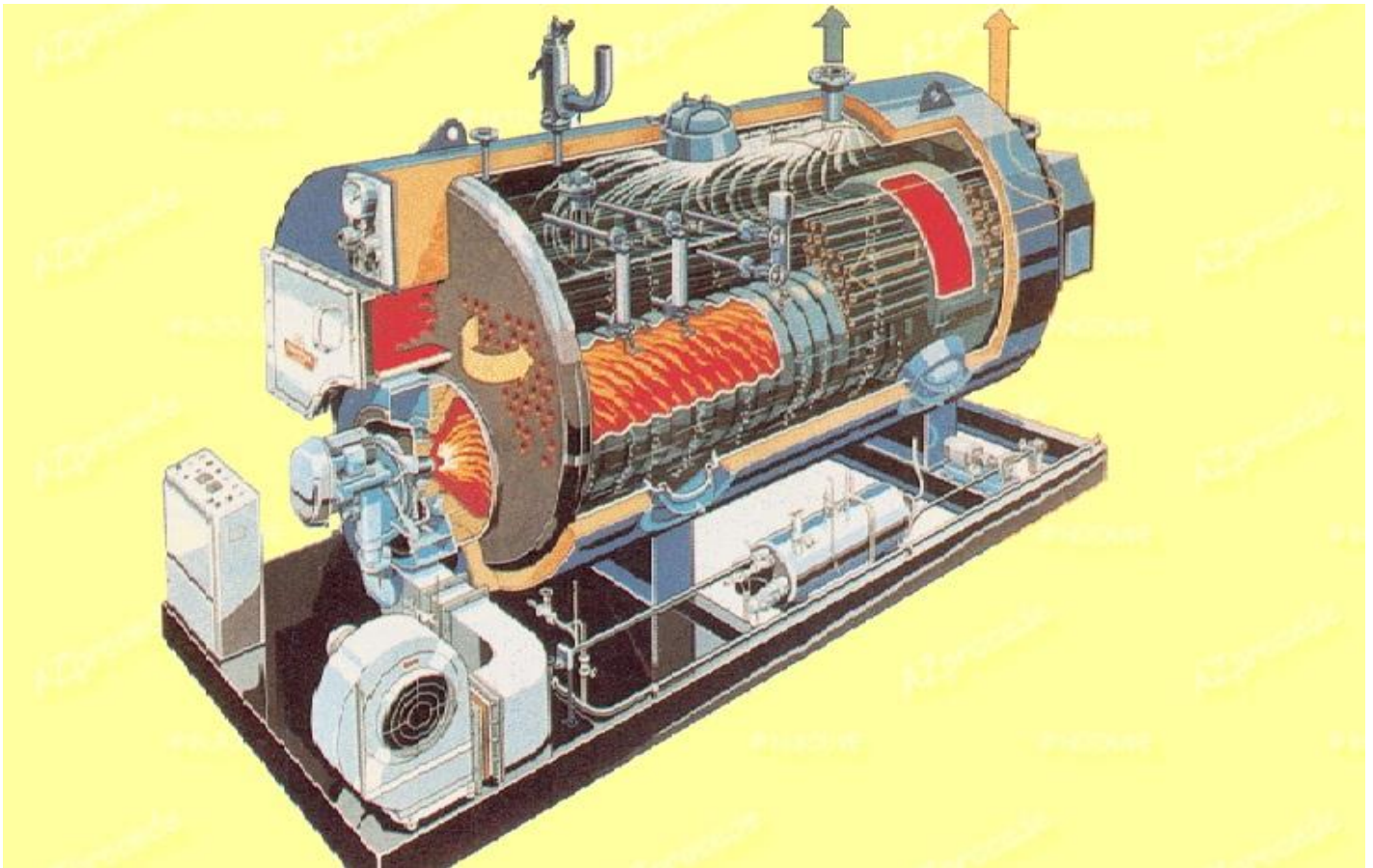


Figure 6: chaudière tubes fumées

Note 1 : dans la groupe CMCP il existe la chaudière a tubes d'eau a 4 brulures

2-4 la déminéralisation

Afin d'éliminer les minéraux contenus encore dans l'eau et qui peuvent causer des problèmes d'entartrage en de déposition de calcaire dans la tuyauterie des chaudières. La CMCP dispose de deux chaînes de déminéralisation qui fonctionnent en alternance.

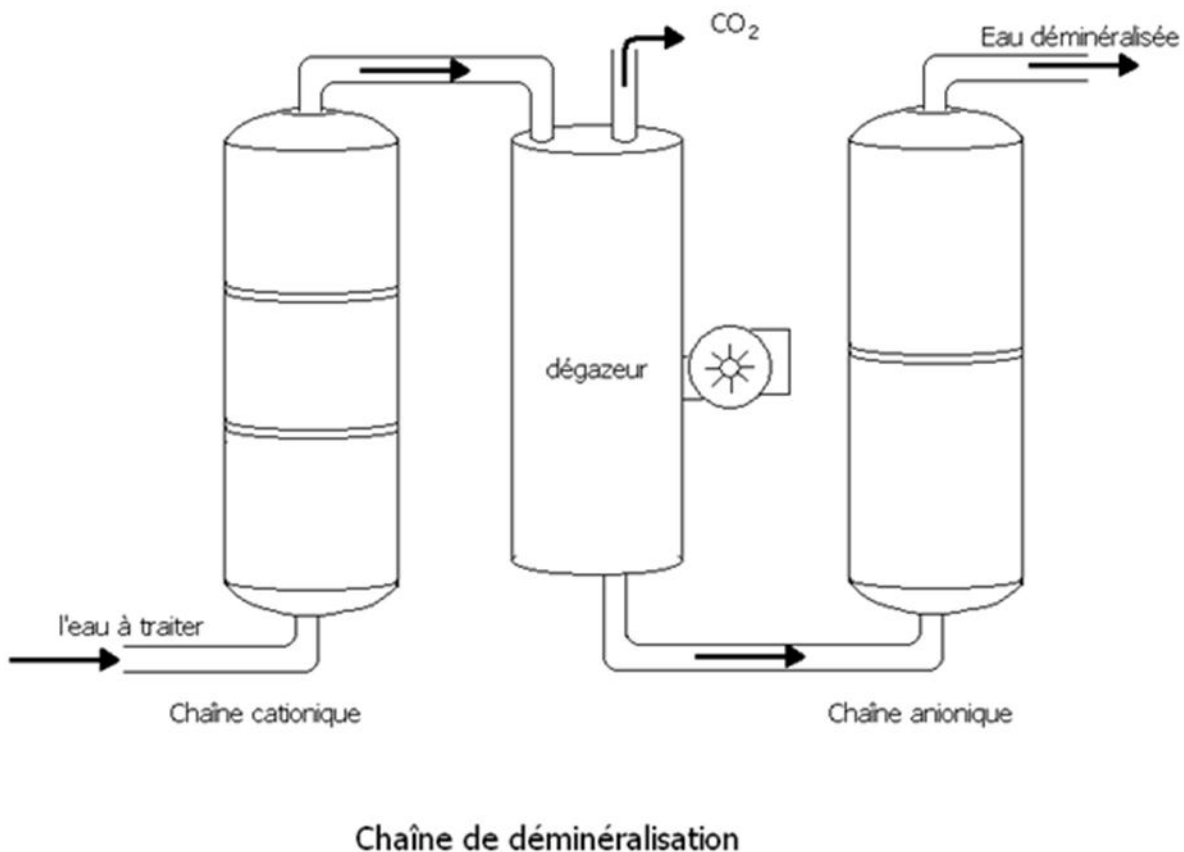


Figure 7: chaine de déminéralisation

3-la vapeur

3-1-la circulation de la vapeur

Dans le groupe CMCP on peut schématiser la circulation de la vapeur et son distribution par le schéma suivant:

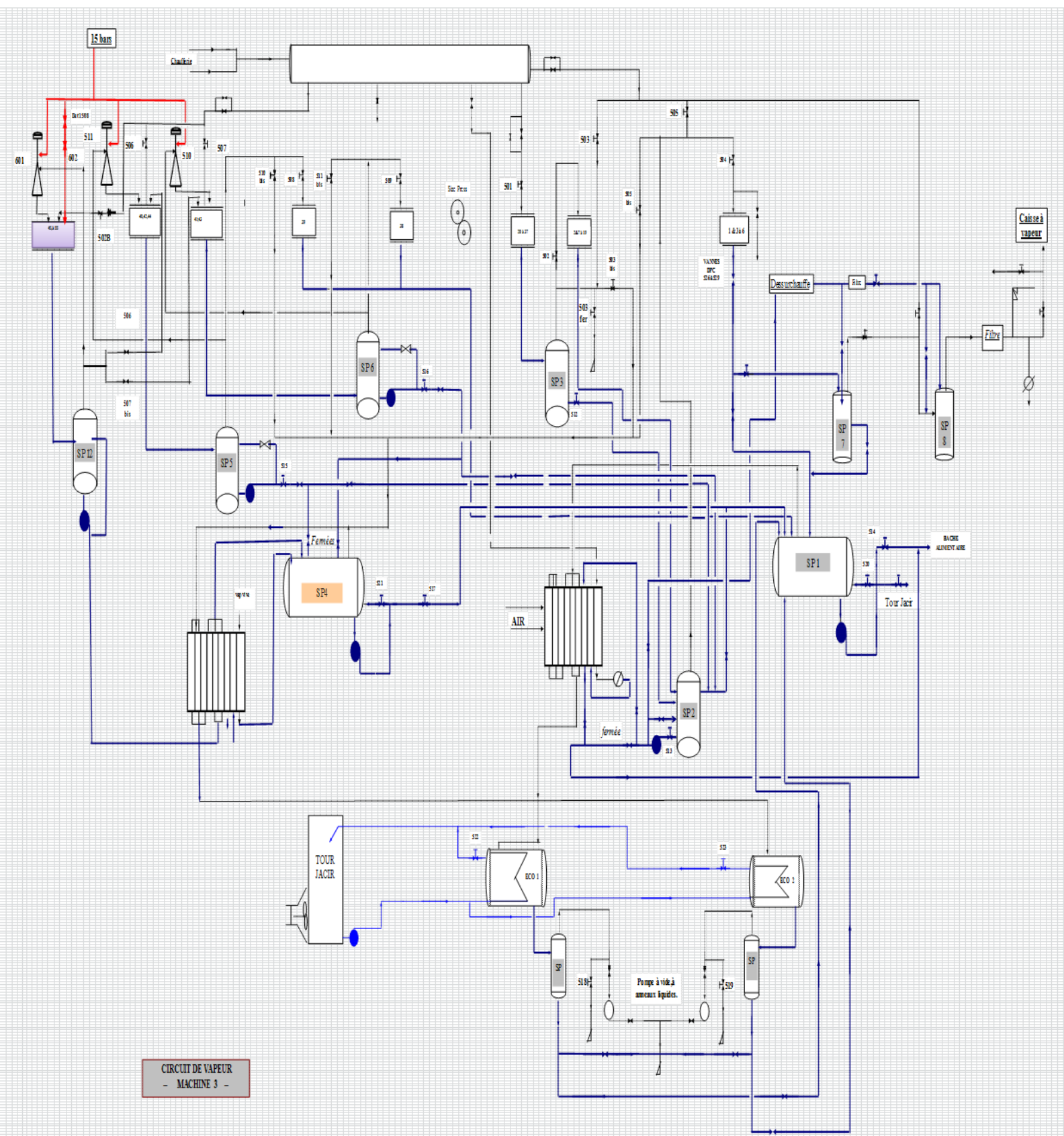


Figure 7: circuit vapeur

Et pour simplifier le schéma de passage de vapeur regarder la figure 8et9

Les 4 parties d'une installation vapeur

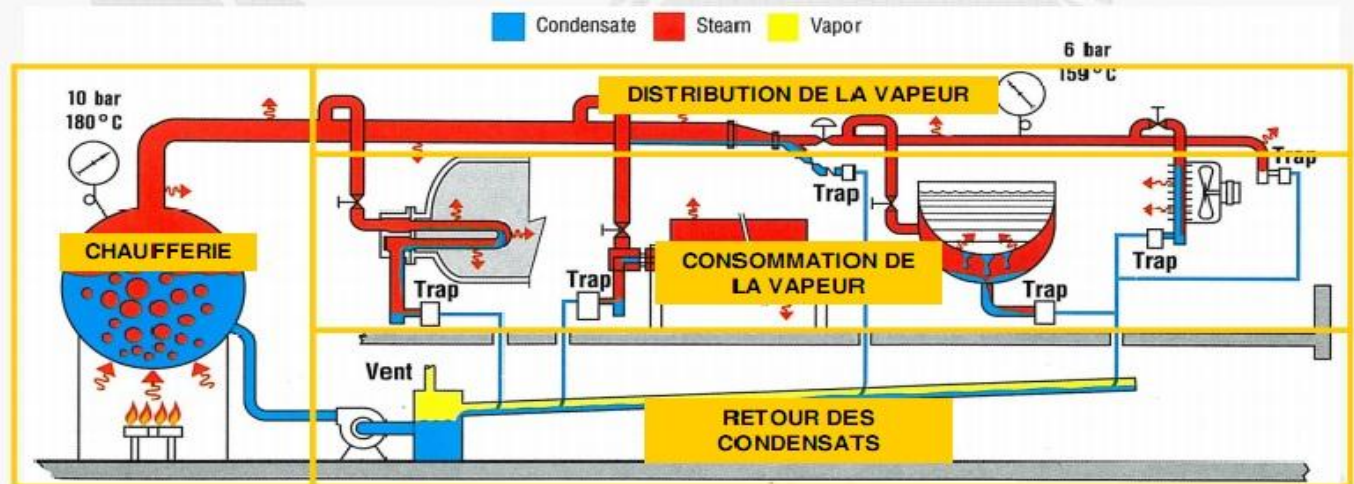


Figure 8

La distribution de la vapeur

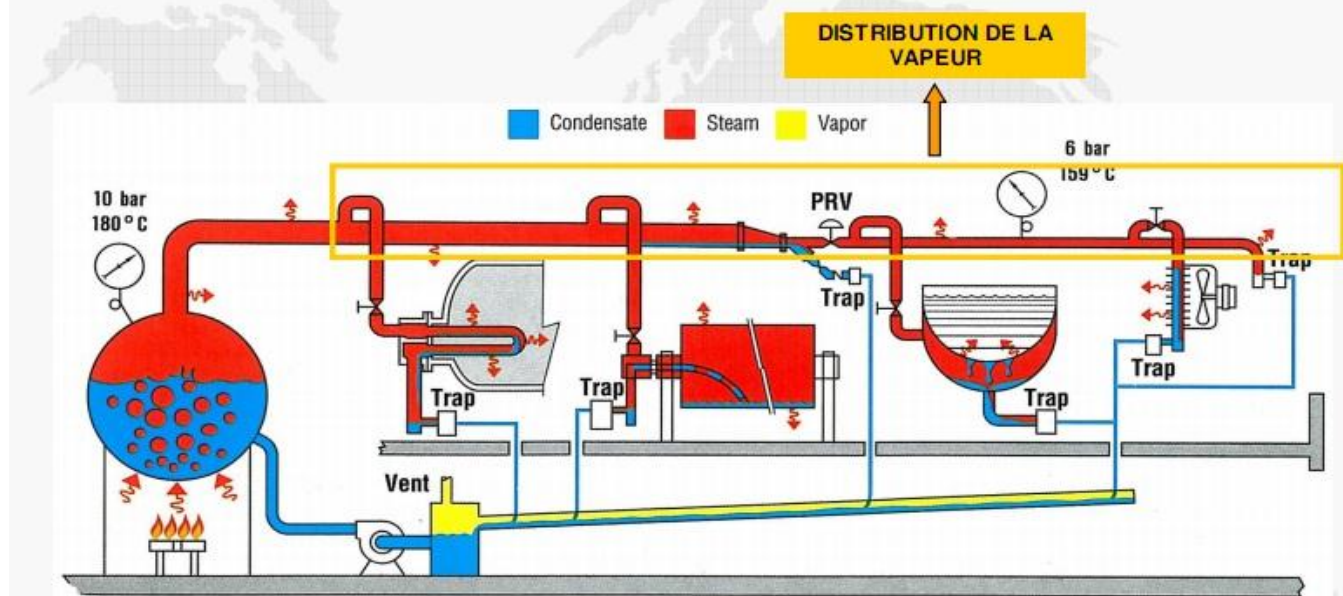


Figure 9

3-2-optimisation de distribution du vapeur

Optimisations dans la distribution

- Calorifuge
- Fuites externes
- 
- Amélioration de la qualité de la vapeur en améliorant le design de l'installation :
 - Pots de purge
 - Poste de purge des condensats
- Procédures de démarrage
- Déterminer la pression vapeur optimale
- Optimiser la régulation de pression et de température

Figure 10

Chapitre 2 Suivi et amélioration du taux d'appoint de vapeur papèterie:

1-1-circuit vapeur

La vapeur, fluide nécessaire à la production de carton, est produite par la chaudière. De l'eau traitée, provenant d'une bâche alimentaire, y est injectée. Une purge de déconcentration placée dans la chaudière permet de purger l'eau restante qui contient quelques impuretés malgré son traitement.

La vapeur produite est distribuée suivant tout un circuit et est destinée à plusieurs consommateurs. Les deux machines MKI et MKIII en sont les principaux car pour ce faire, le papier a besoin de vapeur pour sécher. La caisse à vapeur, dont le rôle est de réguler la vapeur délivrée en tête de la machine MKIII suivant la qualité de carton-papier requise par le client, consomme environ 1 T/H. La vapeur est aussi utilisée dans les trois stations de préparation d'amidon. Elle est consommée de même lors du préchauffage de fuel et de l'enlèvement des impuretés du fuel et huile avant de les injecter au groupe électrogène.

La vapeur est scindée en deux parties. Une partie est irrécupérable et une autre retourne à la bache alimentaire sous forme de condensats. Pour ramener le niveau constant d'eau dans la bache alimentaire, une quantité d'eau y est ajoutée: c'est l'appoint.

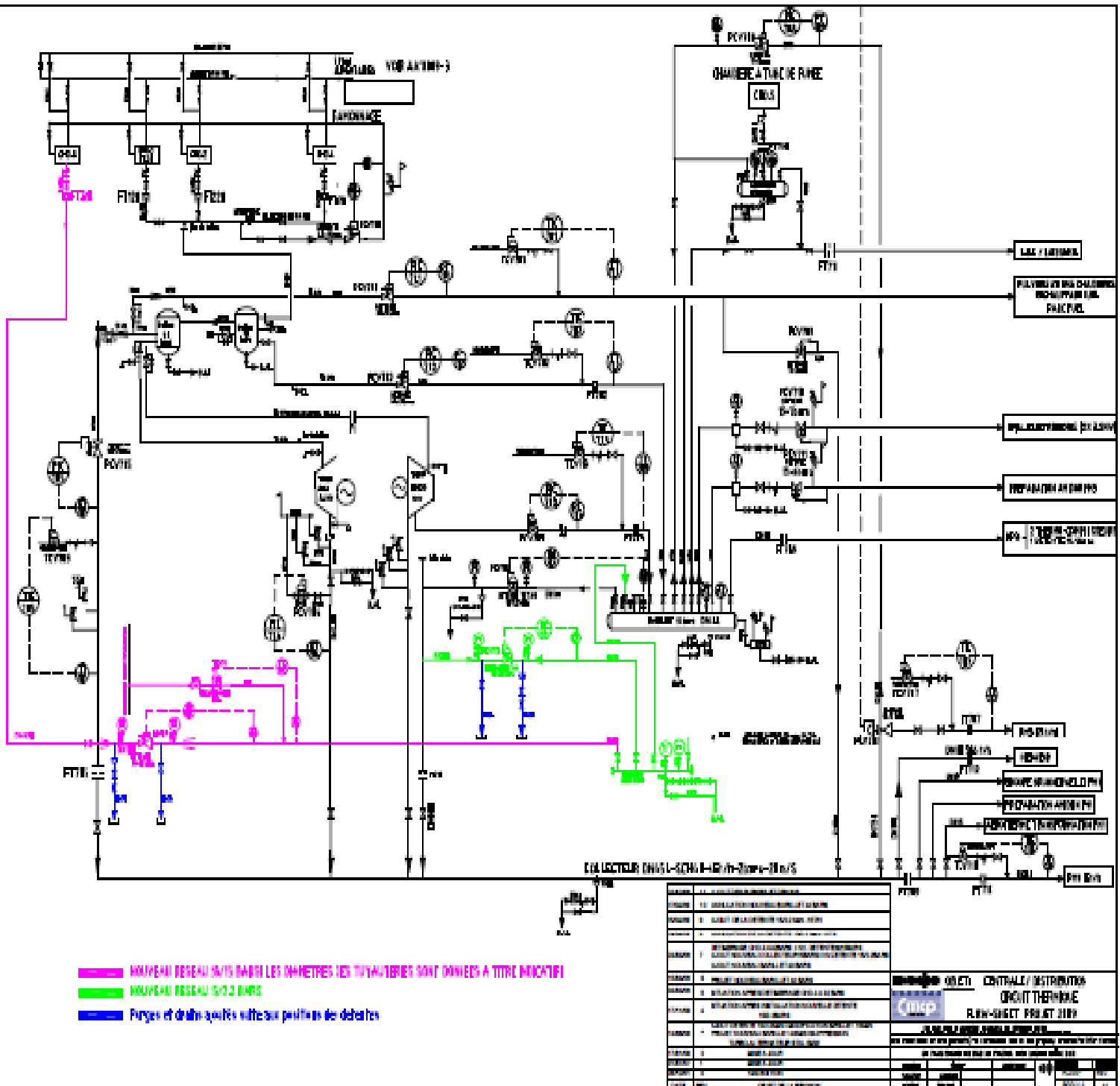
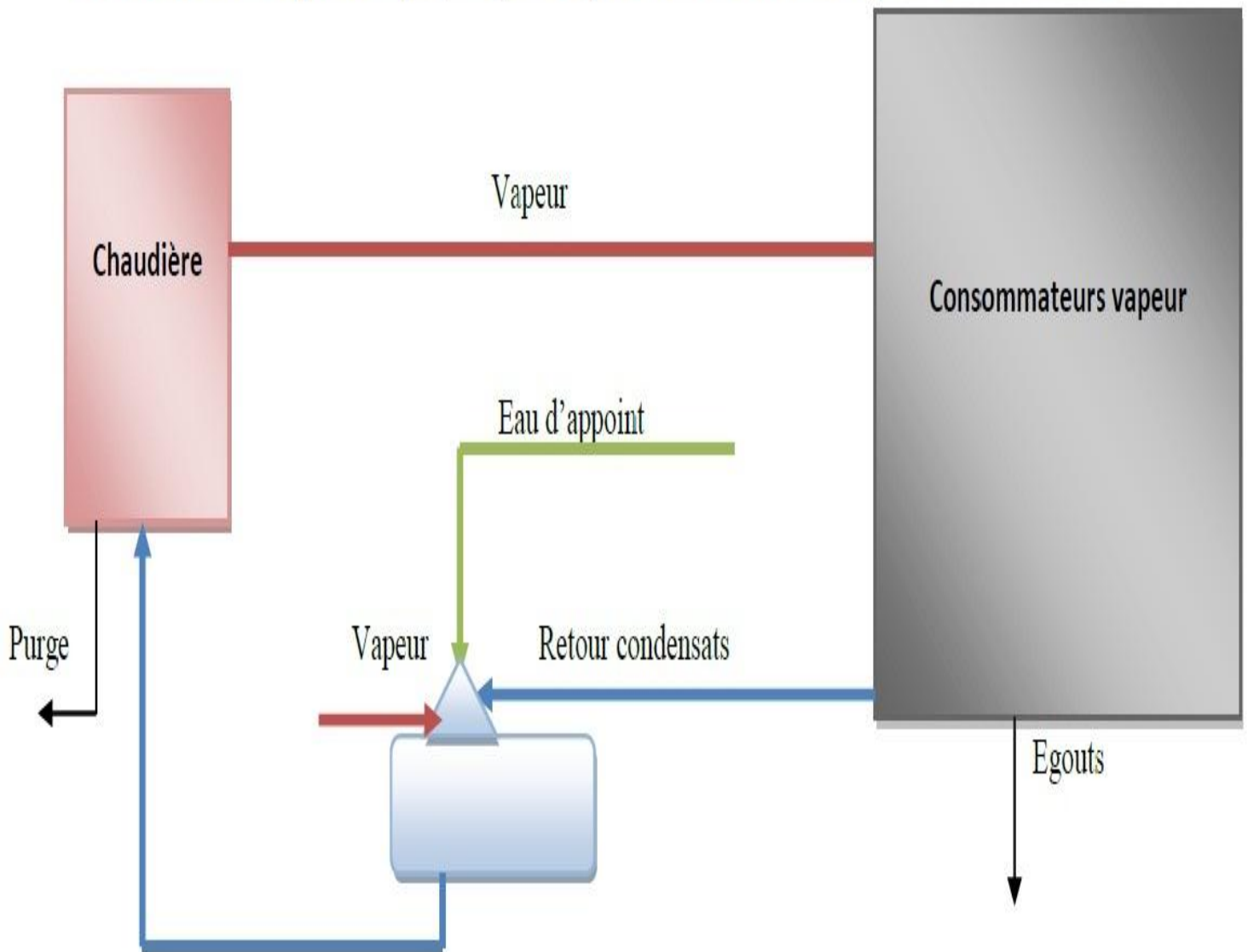


Figure 11: circuit vapeur

D'une manière synthétique, on peut représenter le circuit vapeur comme suit :



1-2-le circuit condensat

La vapeur passe de la chaudière vers les deux machines. Elle alimente les cylindres de séchage, c'est ainsi que la vapeur transforme en condensat via un échange d'énergie avec la feuille. Le condensat formé passe à travers des tuyauteries particulières pour rejoindre les autres retours des désurchauffeurs, des récupérations purge et des turbo stal dans la bûche alimentaire.

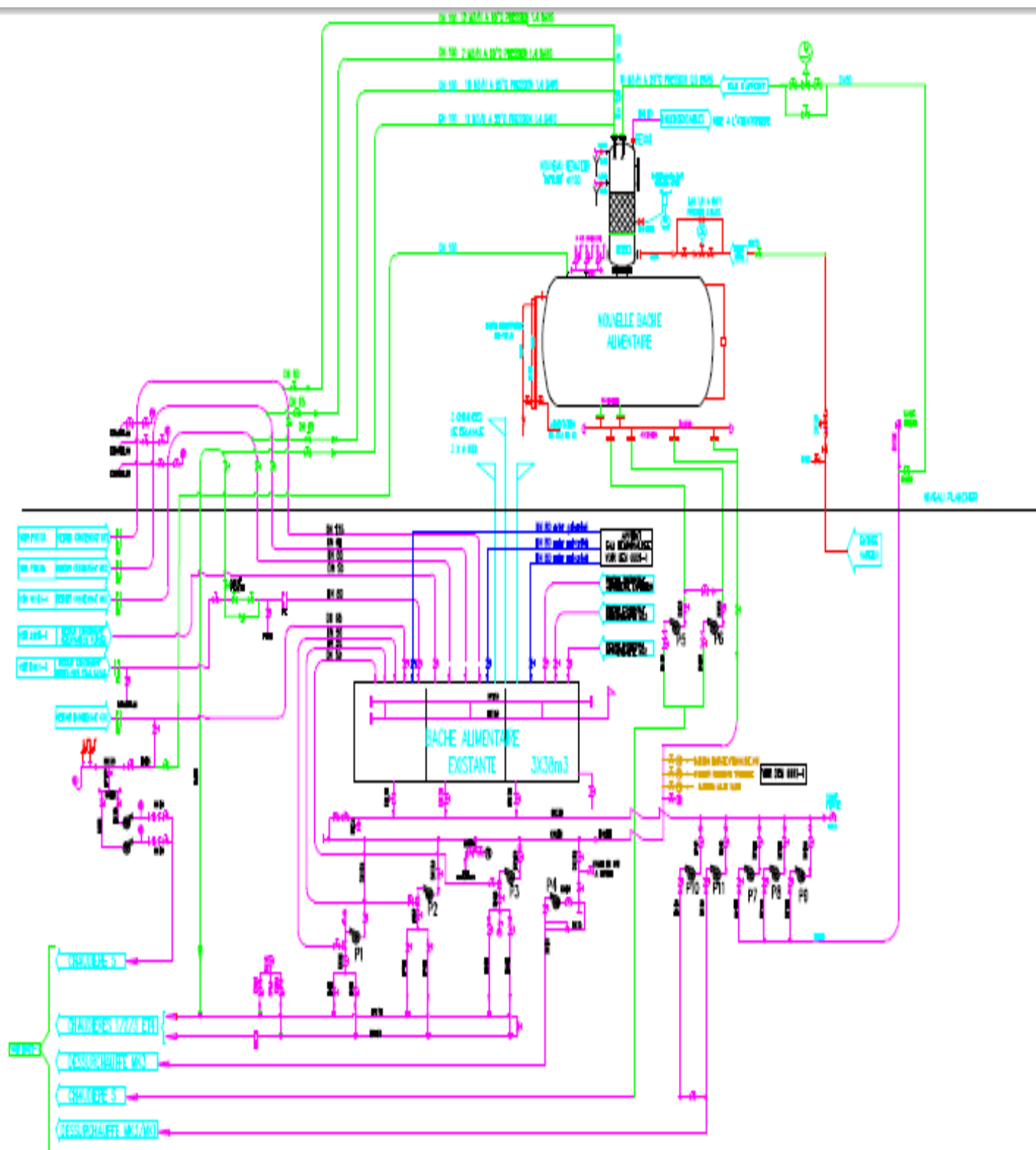


Figure 12 : circuit condensat

1-3-Les consommateurs de vapeur irrécupérable

❖ Réchauffage du fuel au niveau des bacs du stockage

Les bacs de stockage consomment une quantité de vapeur par jour pour qu'on puisse maintenir le fuel à une température donnée.

❖ Réchauffage au niveau des séparateurs du Fuel

Il enlève les impuretés de fuel avant son injection dans le groupe électrogène. Pour ce faire le fuel est réchauffé à une température de 95 °C à l'aide d'un échangeur à plaque où il y a échange de chaleur entre fuel et vapeur. Le débit d'écoulement du fuel est de : 1500 Kg/h équivalent à 10 500 Kg/j car le réchauffement est effectué pendant 7 h/j.

Le fuel se refroidit et atteint une température de 63 °C. Pour l'injecter dans le groupe électrogène, il faut le réchauffer à une température de 100 °C. Le débit du fuel injecté au groupe est : 7000 Kg/ 5 ou 6 h.

La puissance du groupe électrogène : 3000 KW/h

❖ Réchauffage au niveau des séparateurs d'huile :

Ils existent deux séparateurs d'huile qui servent à enlever les impuretés de l'huile injecté au groupe électrogène. L'huile est réchauffée pour passer d'une température de 80 °C à une température de 95 °C.

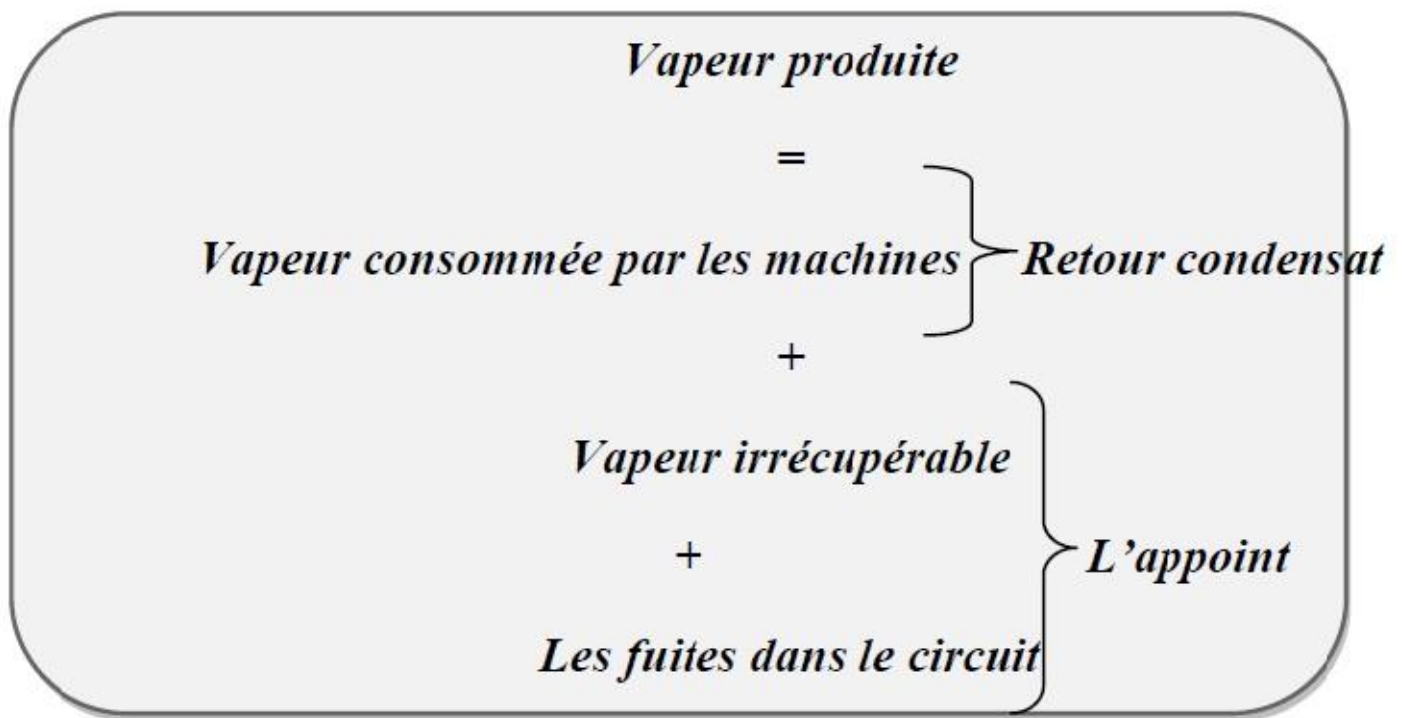
❖ La caisse à vapeur :

La caisse à vapeur est utilisée dans la MK1 afin d'ajuster le grammage, l'épaisseur et l'humidité du papier soit en ajoutant ou en diminuant la quantité de vapeur. En effet, la caisse à vapeur est liée à un serveur qui contrôle les trois paramètres via un scanner puis il calcule l'écart entre la mesure et la consigne pour enfin envoyer l'information à la caisse à vapeur.

❖ Les usages personnels

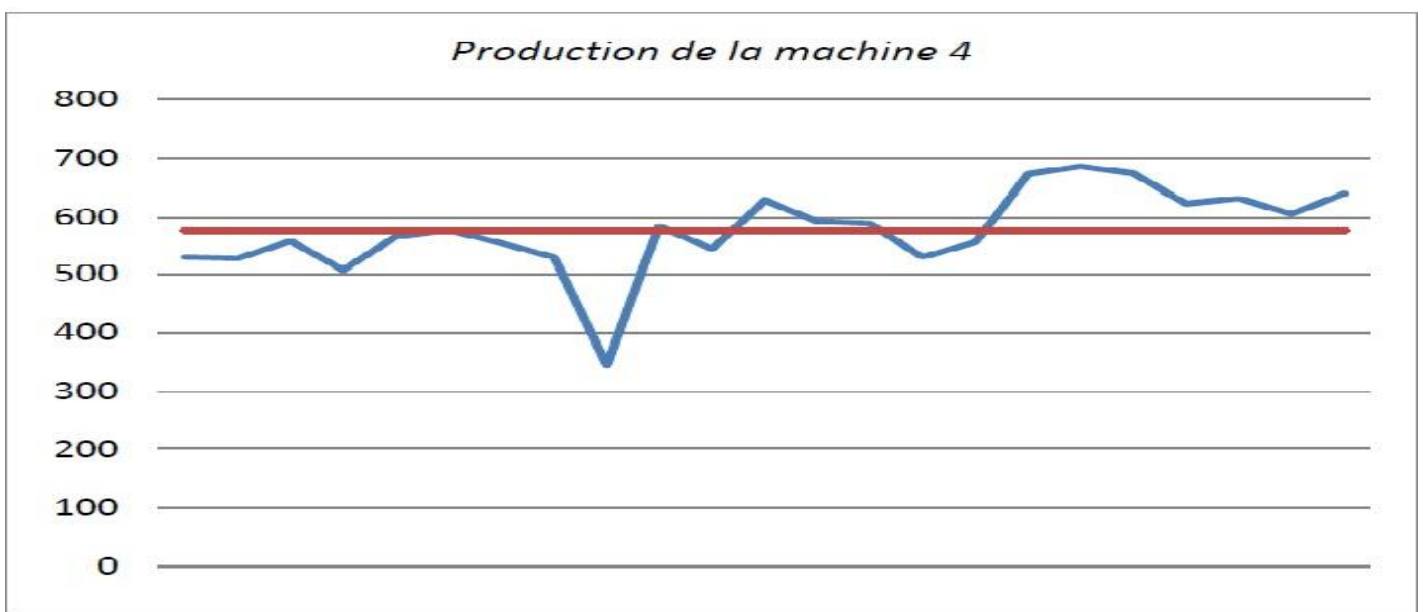
La vapeur est utilisée aussi par le personnel de la machine MK1 pour alimenter les douches.

1-4- Bilan de consommation en vapeur



4-4-1-la vapeur produite

Lors de la durée de stage seule la production de la chaudière 4 qui répond aux besoins du circuit vapeur-papeterie, le graphe ci-dessous représente la production des mois Mai, Juin et Juillet, avec une moyenne de 577 T/J



4-4-2-retour condensat

Lorsqu'elle libère une partie de son enthalpie, la vapeur d'eau se condense et passe de l'état gazeux à l'état liquide. A travers des conduites particulières, l'eau retourne à la bache alimentaire afin de le réutiliser dans la chaudière.

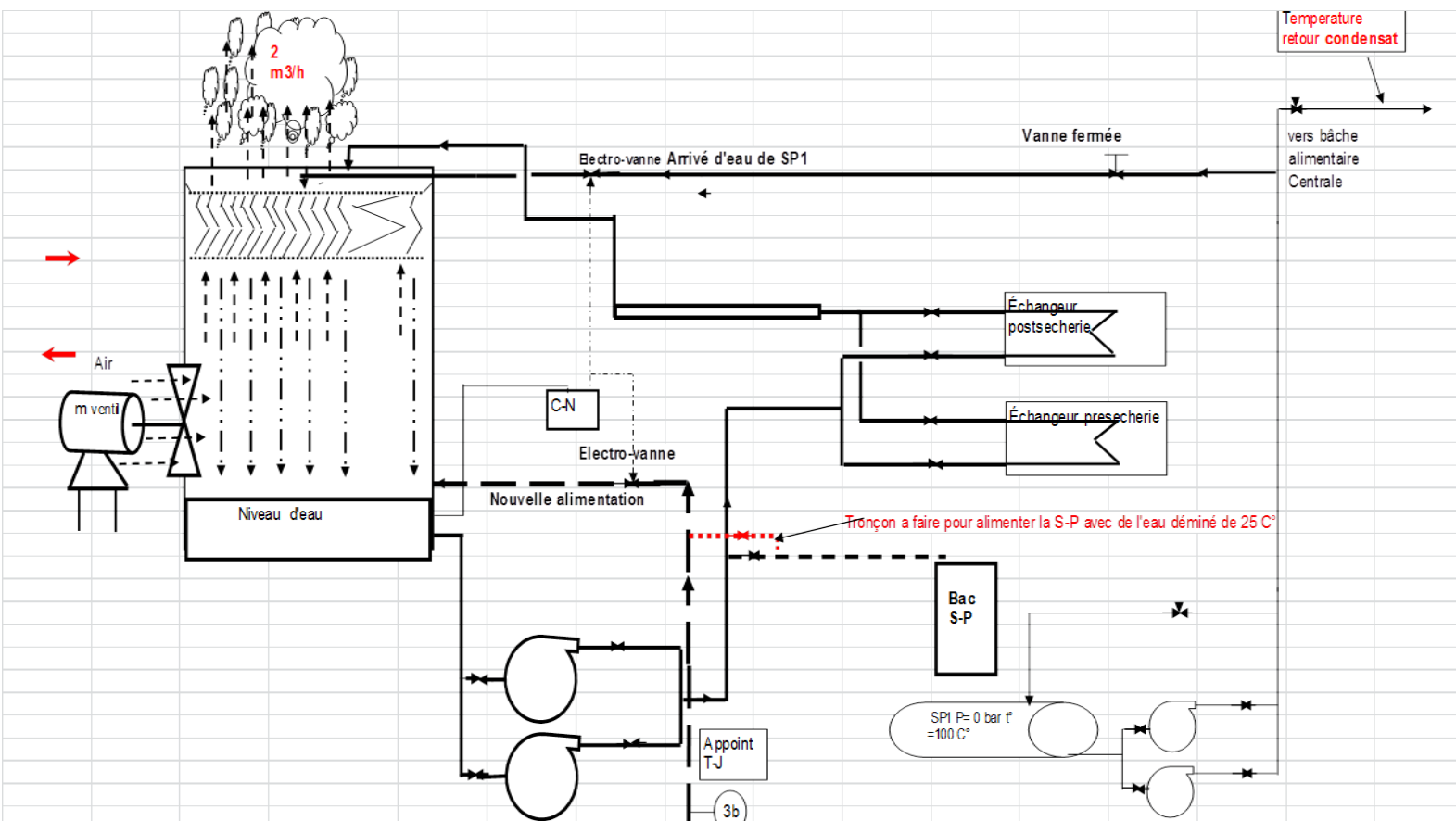
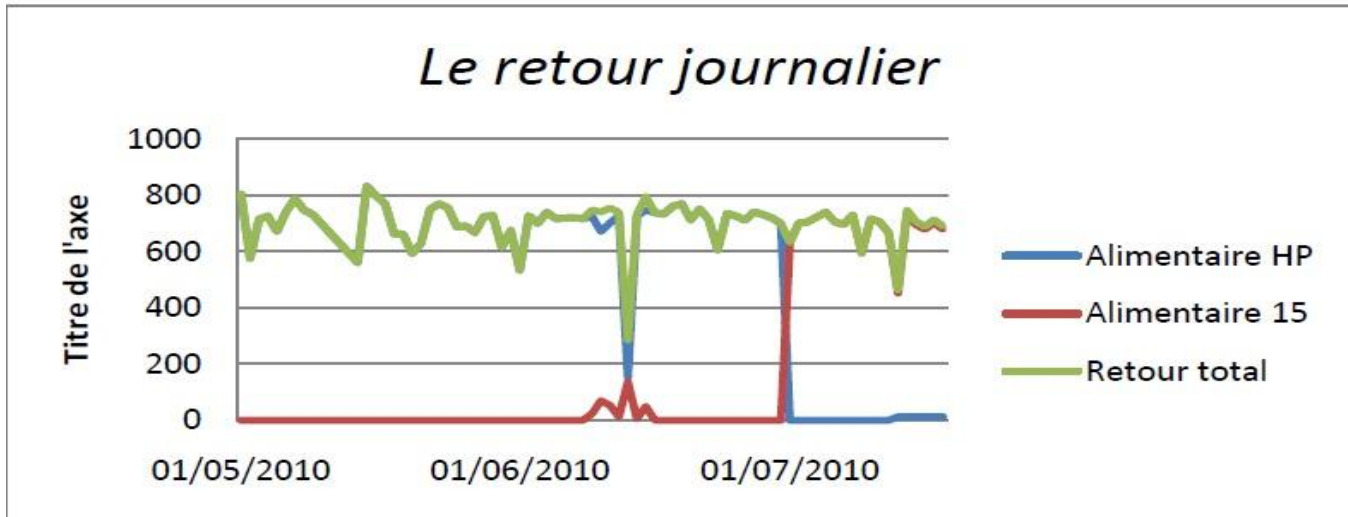
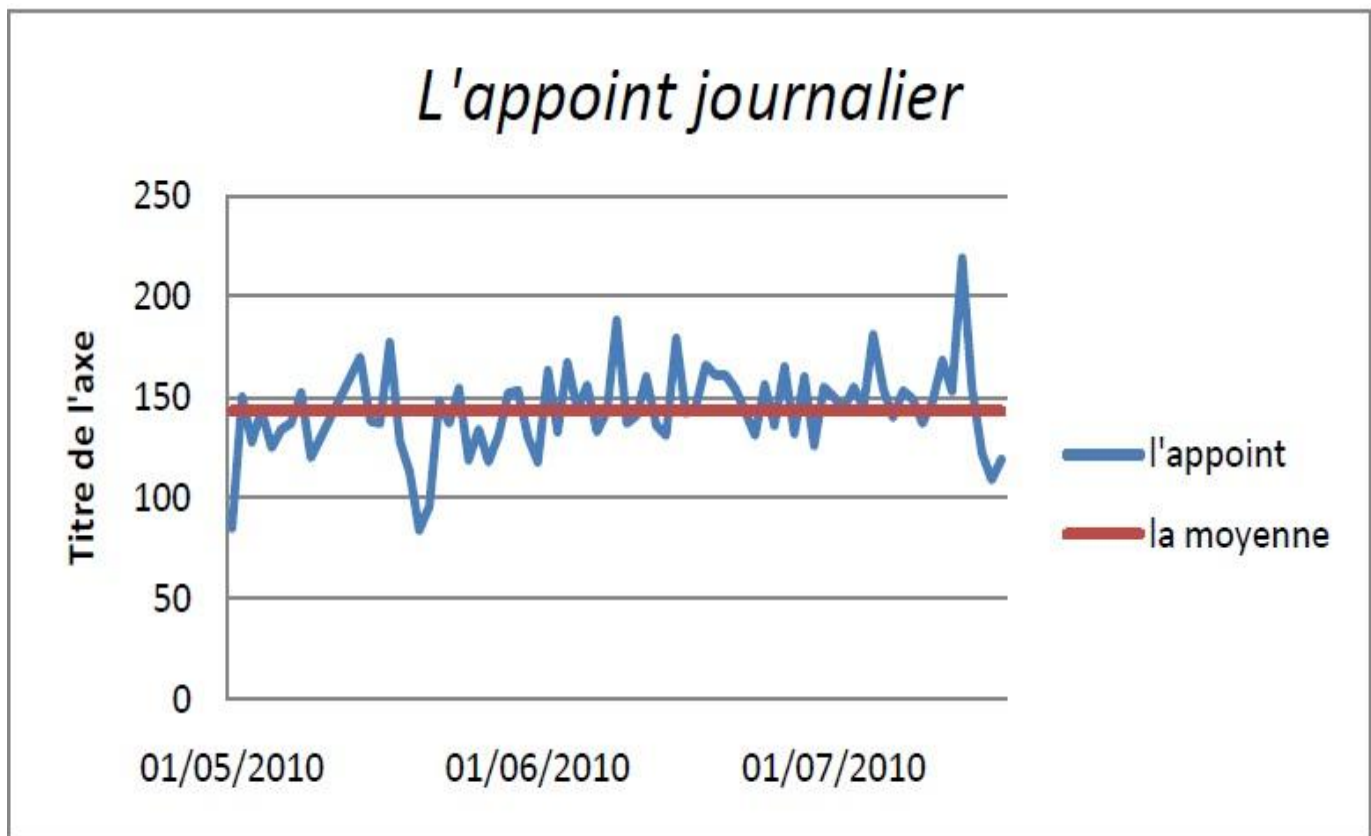


Figure 13: schéma de condensation de la vapeur

4-4-3-l'appoint

L'appoint représente en général la quantité d'eau à ajouter pour compenser la vapeur consommée au niveau de la caisse à vapeur, la préparation d'amidon, le groupe électrogène, les fuites et la purge de déconcentration.

Dans une papeterie, le taux d'appoint est de l'ordre de 10% de l'alimentation de la Chaudière. Or la CMCP a un taux d'environ 20%, d'une moyenne d'appoint de 143 T/J

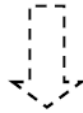


2- Bilan de vapeur irrécupérable :

Dans chacune des opérations suivantes, il y a un échange de chaleur entre la vapeur et le fluide concerné. On a alors la relation suivante :

Energie (vapeur) = Energie (fluide)

$$Q_{m \text{ vapeur}} * h_{\text{vapeur}} (P, T) = Q_v * \rho * C_p * (T_f - T_i) = Q_m * C_p * (T_f - T_i)$$



$$Q_{m \text{ vapeur}} = Q_m * C_p * (T_f - T_i) / h_{\text{vapeur}} (P, T)$$

Note 2: C'est ainsi qu'on peut déterminer le débit de vapeur utilisé afin de comptabiliser la consommation en vapeur.

Note 3: La consommation journalière de vapeur irrécupérable est de : 48526.57kg/j

☒ La purge de déconcentration

La purge de déconcentration est utilisée pour éviter toute augmentation de salinité, l'eau est alors éliminée de la chaudière. La purge est continue. Un robinet est donc réglé pour éliminer un débit continu. Son niveau d'ouverture est maintenu pratiquement à un pourcentage de 40%.

A partir du diagramme indiquant le débit d'eau purgée en fonction de la graduation du cardan et la pression, on a:

$$Q_m(40\%, 40 \text{ bar}) = 400 \text{ Kg/h} * 24 = \underline{\underline{9600 \text{ Kg/J}}}$$



A partir des résultats, on a :

$$\text{L'appoint} = \underbrace{\text{la purge de déconcentration} + \text{la consommation en vapeur}}_{58126,57 = 40,65\%} + \underbrace{\text{les fuites}}_{59,35\%}$$

3-Détection de fuites :

Après avoir effectué un bilan énergétique, seul un pourcentage de 40,65% est justifié. Ce condensat est irrécupérable et il est pratiquement impossible d'agir dessus vu que ce ratio est crucial pour la production du produit: carton-papier. Le réduire accuserait donc l'apparition d'anomalies et affecterait la production.

Pour mener à bien cette étude, la justification des 59,35% s'impose. Il faut donc trouver la source de ce reste et voir toute possibilité d'y agir en vue de réduire le taux d'appoint. La possibilité de présence de fuite est à prendre en compte. Nous avons donc songé à effectuer un diagnostic assisté par le contremaître tout au long du circuit vapeur. Plusieurs fuites ont été détectées. Elles sont étalées un peu partout dans le circuit et sont à l'origine des 59,35%

Les fuites du circuit

- Soupape et collecteur 3 bars des cylindres 38 et 39.
- Boîte à vapeur et trou d'homme au niveau du cylindre 54, 8bars.
- Boîte à vapeur des cylindres 55 et 42.
- Collecteur soupape de cylindre 8 bars (pot de condensation).
- Tube d'équilibrage de pompe récupérateur condensat SP 12.
- Purge de SP 12.
- Prise de pression de référence.
- Collecteur de la vanne 506.
- Retour cylindre 44.
- Collecteur cylindre n°3.



- Tresse de la vanne de régulation SP 2.
- Purgeur de la turbine (fuite localisée entre les brides).
- Au niveau de la vanne de purge vapeur dû à un manque d'étanchéité.
- Tresse au niveau du thermo compresseur.
- Echappement de vapeur au niveau du condenseur.
- Purgeur de la turbine 2400 Kw.
- Vaporisation au niveau de la bache alimentaire tampon.
- Fuite de retour condensat de condenseur bouillé.
- Vanne de purge barillet 40 bar. Il n'est pas étanche à 100%.
- Tresse des vannes de sectionnement turbo-siemens.
- Fuite entre brides de vanne détente de pulvérisation 40 bars.
- Fuite entre bride de vanne de sectionnement barillet 15 bar de la chaudière 5.
- Au niveau du dégazeur (surplus de la vapeur).
- Tresse de la vanne de sectionnement turbo pompe de la turbine 2,4 MW



4-Plan d'action

Comme il a été cité dans la partie précédente, on ne peut agir que sur une partie du taux d'appoint. Les 59, 35% maîtrisables représentent donc l'objet de la réduction du taux d'appoint. Par conséquent, l'élaboration d'un plan d'action est considérée nécessaire. On se focalisera en gros sur les fuites, tout en proposant des actions amélioratrices dans le circuit dont l'impact ne fera que diminuer le taux d'appoint.

Anomalie	Actions
la chaudière	Récupérer le condensat purgé par la purge de chaudière, cette eau serait plus facile à déminéraliser que celle potable.
Les lignes de distribution	Recherche des pertes en ligne et la détection de multiples fuites
La soupape de sécurité	Installer des échangeurs au niveau des soupapes Utiliser l'eau provenant de la purge dans les échangeurs installés dans les soupapes de sécurité pour chauffer cette eau et l'utiliser dans les stations d'amidon
La tuyauterie	Utiliser de thermographie pour faciliter la détection de fuite: Les opérateurs détectent les fuites en se basant sur l'écoute. Méthode non fiable qui représente des risques majeurs. L'opérateur s'approche de la zone où des sifflements sont émis sans pour autant se soucier du danger que représente l'éventuelle fuite. L'usage de thermographie permet de détecter la fuite à distance et prendre toutes les précautions de sécurité Elle permet comme exemple de détecter les points chauds et par suite de localiser rapidement les défauts, donc d'éviter les arrêts de machines.
Le purgeur thermostatique	Eviter les purges thermostatiques: La vapeur utilisée dans le process est une vapeur surchauffée. Il faut donc éviter l'usage de purgeurs thermostatiques qui ne sont pas adaptés à ce type de vapeur.
La purge de déconcentration	Purge de déconcentration de la chaudière: utiliser la vapeur de révaporisation générée par la chaudière qui est considérée irrécupérable. Solution proposée: Usage de vase de révaporisation. Il sert à séparer condensat et vapeur se trouvant à la sortie de la purge. Il faut donner au

réceptier un diamètre tel que la chute de vitesse provoque le dépôt du condensat dans le fond, d'où il est évacué par une purge, tandis que la vapeur de révaporisation ira se loger dans la partie haute du réceptier, d'où elle peut être puisée.

Avec 9600 Kg/j de vapeur de révaporisation perdue par jour, ce système permettra d'épargner cette quantité et l'utiliser dans le préchauffage du fuel.

6-1- Amélioration du taux d'appoint

La quantité de fuite de vapeur par un trou de 5 mm dans une conduite sous une pression à 6 bars est calculée comme suit:

Calcul des quantités de fuites de vapeur par des trous dans les conduites

Introduire les nombres, puis cliquer sur 'Calculer' pour obtenir la quantité de vapeur fuyant du trou dans la conduite.

Copyright TLV CO.,LTD.

Dimension du trou (mm)

5

Pression manométrique
de la vapeur (bar)

6

calculez

Fuite de vapeur

70

kg/h

Introduire cette quantité de fuite de vapeur dans le calcul du coût des pertes ci-dessus pour obtenir le coût monétaire de la vapeur perdue par le trou.

La formule suivante est utilisée:

$$\text{Fuite de vapeur (kg/h)} = A^2 \times B \times C$$

A = Dimension du trou (mm)

B = 0.4 (Constant)

C = Pression absolue de la vapeur (bar)

Alors, dans un seul trou de 5 mm on a une quantité de vapeur perdue de **1680 Kg/j**

Selon les données qui sont déjà présentées, on peut remarquer qu'un pourcentage de 59,35% du taux d'appoint est du aux fuites, ce qui est équivalent à une quantité de **84873,43 Kg/j**

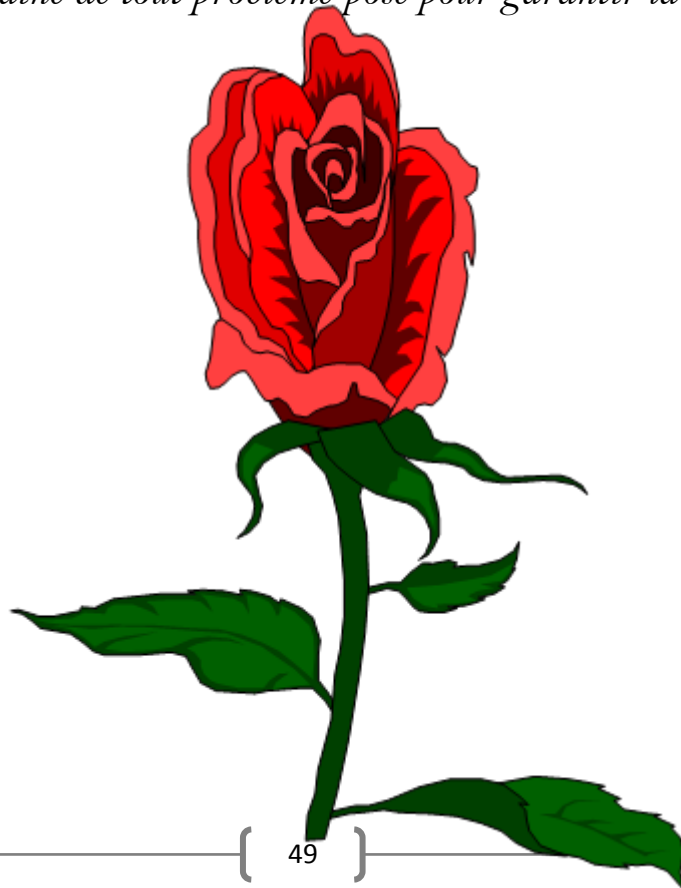
Prix de revient d'une tonne de vapeur	205 Dh/t
L'appoint	143 t
Prix de l'appoint	29 315 Dh
La quantité perdue	84873,43 t
Prix de la qté de vapeur perdue	17 413,11

Via une maintenance efficace, des interventions programmées et immédiates afin de remédier à toute fuite, on peut réduire le taux d'appoint de 20% jusqu'à une valeur compris entre 15% et 10% selon la disponibilité d'équipements et ressources afin de minimiser un montant de **17 413,11 DH/j.**

Conclusion

Durant notre stage, il nous a été permis de constater l'importance que représente l'énergie au sein d'une industrie lourde qu'est la papèterie. Nous avons pu travailler sur un sujet qui requiert de la technicité, du savoir-faire et du savoir être.

Grâce à la coopération de tous, l'état des lieux, phase la plus importante, a été effectuée avec aisance. La récolte des données, partie déterminante à la bonne continuation du stage, a été effectuée pour permettre le calcul du bilan et que pour vient à la fin l'élaboration d'un plan d'actions. Il est clair que le volet comportement est la clé de la réussite. Comment soutirer l'information fiable s'avère d'une importance vitale au bon déroulement de n'importe quelle mission et permet la résolution saine de tout problème posé pour garantir la pérennité de toute industrie.



Annexe
